



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Escola Superior d'Enginyeries Industrial,  
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

Titulació

**Grau en Enginyeria de Disseny Industrial i Desenvolupament del Producte**

Alumne

**Arnau Carceller Casals**

Títol TFG

**Projecte de disseny d'una gama de productes per a la il·luminació de la llar**

Director del TFG

**Jordi Voltas Aguilar**

Convocatòria de lliurament

**Gener 2020**

Contingut d'aquest volum:

---

**MEMÒRIA**

---



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Escola Superior d'Enginyeries Industrial,  
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

# Projecte de disseny d'una gama de productes per a la il·luminació de la llar

---

Grau en Enginyeria de Disseny Industrial i Desenvolupament del Producte

*Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa (ESEIAAT)*

Arnau Carceller Casals  
Director del TFG: Jordi Voltas Aguilar  
Gener 2020

## Agraïments

Vull donar gràcies primer de tot a la universitat i a tot el professorat que he tingut, per dedicar temps i esforç en el meu aprenentatge, i donar-me l'oportunitat d'estudiar la meva passió.

Agrair les empreses on he fet pràctiques, on he après moltes coses i m'han donat una experiència i una visió del món laboral. També l'empresa on estic treballant actualment, a part de confiar en mi, m'han donat totes les facilitats per acabar aquest treball, i a més a més m'han ajudat en molts aspectes tècnics, com la mecanització de les peces de fusta.

I en l'àmbit més personal, agrair tots els companys d'universitat i amics per treballar conjuntament i fer més entretinguts aquests anys. Especialment amics fora les aules que sé que l'amistat no s'acabarà mai.

Agrair molt als meus pares i a tota la meva família, que sempre han estat fent-me costat, ens bons i mals moments, aconsellant i ajudant sempre que han pogut. I finalment donar les gràcies a la persona més important que tinc, la meva parella, que m'ha donat suport en tot moment, quan més ho necessita ella estava allà sempre. Sempre ajudant, donant consells, animant i fent tonteries, estic molt agraït.

Aquest treball porta un part de tots ells, moltes gràcies a tots.

## Resum

La il·luminació i el paper que aquesta juga a les nostres vides, és cada vegada més important, tant a la feina, com a la universitat... però sobretot a la llar.

És doncs indispensable gaudir d'una il·luminació saludable i el més natural possible.

És també indispensable poder gaudir d'elements de disseny , inspiradors, i elegants, que omplin la nostre llar.

Amb aquest projecte, s'ha volgut portar més enllà el desenvolupament de producte, i s'ha volgut presentar una proposta de làmpada amb un disseny innovador i que permeti a l'usuari el control de la seva il·luminació.

No només això, sinó que amb aquest producte es vol brindar a l'usuari la possibilitat de sentir la il·luminació a un altre nivell gràcies al control gestual de temperatura i intensitat.

Aquest treball aborda doncs un desenvolupament d'un producte innovador, que va des de un estudi inicial de la tecnologia, il·luminació, tendències i mercat, a un desenvolupament del producte, passant pel disseny , electrònica i programació del control, per consolidar un prototip final i funcional del producte desitjat.

A més a més, s'ha desenvolupat una conceptualització de firma i gamma de productes derivats d'aquest prototip, per poder visualitzar mes enllà d'aquest projecte.



# ÍNDEX

<b>1. INTRODUCCIÓ.....</b>	<b>5</b>
1.1. Definició del projecte .....	5
1.2. Objectiu i requeriments del projecte .....	6
<b>2. DESENVOLUPAMENT.....</b>	<b>10</b>
2.1. Definició del producte.....	10
2.1.1. Idea.....	10
2.1.2. Estudi de precedents.....	13
2.1.3. Principis bàsics d'il·luminació .....	15
2.1.4. Especificacions tècniques.....	25
2.2. Estudi i anàlisis dels productes i mercat actual.....	28
2.2.1. Tendències en il·luminació 2019/2020 .....	29
2.2.2. Estudi del mercat actual .....	30
2.2.3. Taula resum.....	41
2.3. Disseny conceptual de producte .....	42
2.3.1. Elements d'inspiració.....	42
2.3.2. Esbossos .....	44
2.3.3. Dissenys 3D.....	45
2.4. Control de la làmpada .....	54
2.5. Circuits elèctrics i electrònics.....	62
2.5.1. Electrònica .....	62
2.5.2. Programació .....	70
2.6. Prototips físics.....	70
2.6.1. Elecció de disseny segons prototip .....	70
2.6.2. Fabricació .....	73
<b>3. RESULTATS.....</b>	<b>78</b>
3.1. MIM <i>lightning</i> .....	78
3.1.1. Gamma de productes .....	79
3.1.2. Personalització del producte.....	84
3.1.3. Especificacions tècniques.....	85
3.1.4. Imatges del producte .....	86
3.1.5. DAFO.....	87
3.2. Conclusions .....	88
3.2.1. Conclusions del treball.....	88
3.2.2. Dificultats trobades al llarg del projecte .....	88
3.2.3. Assoliment d'objectius i requeriments marcats.....	90
3.2.4. Treball futur.....	91

<b>4. Bibliografia .....</b>	<b>93</b>
<b>4.1. Referències .....</b>	<b>93</b>
<b>4.2. Il·lustracions .....</b>	<b>98</b>
<b>4.3. Taules .....</b>	<b>101</b>

# 1. INTRODUCCIÓ

## 1.1. Definició del projecte

Cada cop més, la il·luminació juga un paper més important en les nostres vides, i és que, sent realistes, després de tot, la llum és present en tot el que ens envolta.

És fàcil doncs no adonar-se del que implica una bona il·luminació, però, quan ens parem a pensar, és quan ens adonem de com d'important és aquest element en qualsevol àmbit de la nostre vida; decoració, arquitectura, fotografia, llar i fins i tot salut [1][2]...

És per això, i centrant-se en l'experiència de l'usuari, que s'ha decidit crear una lluminària ambiental de llar.

Partint d'aquesta idea, és molt important tenir en compte que cada usuari té diferents gustos, cada cultura els seus costums i cada país un cicle de sol diferent. I el que és més important, cada llar és diferent. I per tant cada llar necessita una il·luminació específica. I anant encara més enllà, no només tots aquests factors poden influir en la elecció de la llum, sinó que també cada moment i cada estat anímic de la persona pot requerir una il·luminació o una altre.

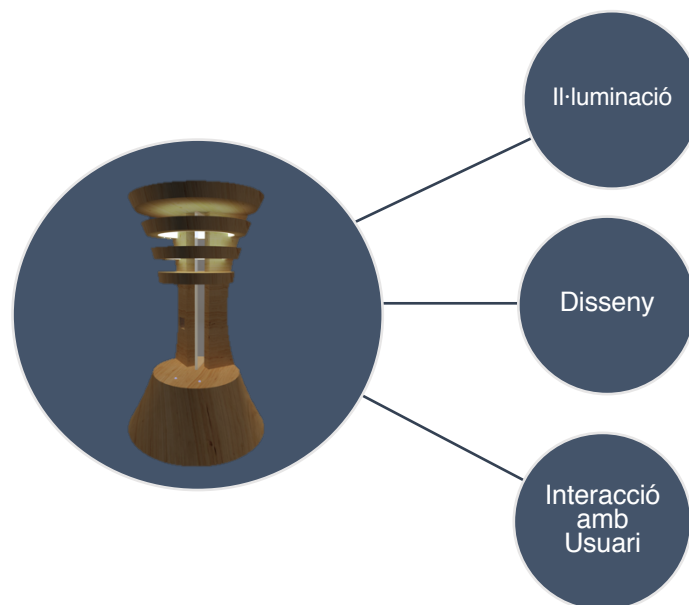
És per això que aquest projecte no només avarca el disseny estètic de producte, sinó que també el disseny funcional del mateix.

Es busca **crear un producte únic, una làmpada, que uneixi el disseny, amb la il·luminació i la interacció amb l'usuari**. Un producte que s'integri en els espais però que també s'adapti a l'usuari i interaccioni amb ell, oferint a cada espai i moment la il·luminació adient, i sempre a elecció de l'usuari.

## 1.2. Objectiu i requeriments del projecte

L'objectiu és clar, i és dissenyar una làmpada, que apart de complir la seva principal funció d'il·luminar una estància de la llar, sigui una nova experiència a l'hora d'interacció entre l'usuari i la lluminària, podent crear un ambient personalitzat per cada moment.

L'abast del projecte arriba a l'elaboració d'un prototip de la làmpada funcional, que permeti validar la seva funcionalitat, tant de disseny com de il·luminació com interacció.



*Il·lustració 1 Validació del prototip*

Per a l'elaboració d'aquest prototip s'haurà passat per diferents estudis i desenvolupaments previs que van des de un estudi complet del paradigma actual de la il·luminació i de la tecnologia existent, aportant noves idees per dissenyar el nostre producte, al disseny conceptual de la làmpada fins a l'estudi de la implementació electrònica/programació pel seu funcionament.



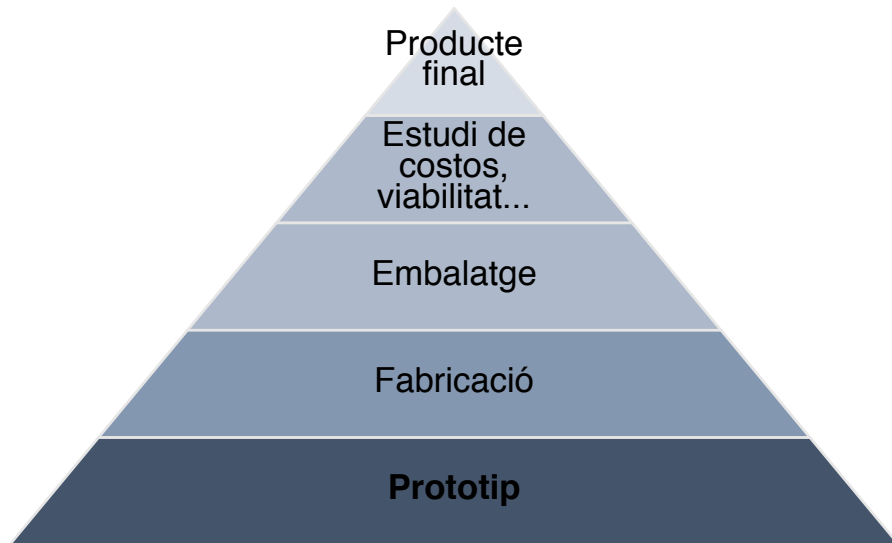
*Il·lustració 2 Fases per assolir abast del projecte*

Aquest projecte doncs, pretén ser un **projecte transversal** on es treballin temes propis de la carrera de Disseny Industrial i desenvolupament de producte , però on també es treballin altres parts fonamentals en el disseny d'un producte com l'estudi mercat, l'experiència de l'usuari i sense perdre de vista que al tractar-se d'il·luminació on s'hauran de tindre en compte conceptes d'electrònica i programació, que també es treballen en el projecte.

Un disseny de producte avarca molts punts, moltes fases que s'han de respectar, i molts perfils de persones que facin possible un desenvolupament exitós del mateix. Tenint en compte això, és evident que un projecte com aquest tindrà unes limitacions en temps, recursos, i coneixements.

Tot i tindre com a objectiu principal el desenvolupament d'un prototip, que es vol portar la idea una mica més enllà, e "idear" e "imaginar" com seria portar aquest prototip a la realitat i com es portaria al mercat...

És per això, i de forma que s'englobin parts dels coneixements temes tractats al llarg del grau , el projecte no només tindrà l'abast en un prototip, sinó que també es **desenvoluparà el concepte de producte**, incloent un embalatge, especificacions, mètode de fabricació, viabilitat del producte, costos... fent del projecte un projecte encara més global.



*Il·lustració 3 Detall de l'abast del treball*

Més enllà dels objectius d'aquest projecte que s'acaben de comentar, i ja més a nivell del producte *per se*, i com en qualsevol desenvolupament de producte, es volen complir uns certs requeriments d'entrada, i que són els següents:

#### Requeriments de producte

- Producte **sostenible**: és un requeriment el poder desenvolupar aquest producte amb un procés el màxim sostenible possible, amb materials que respectin el medi ambient, que siguin molt abundants i que es puguin reciclar.
- Producte **personalitzable** i que per tant cada persona pugui definir el producte com més els hi agradi, escollint colors, materials i formes segons gustos.
- Disseny funcional que inviti a una **fàcil interacció** amb l'usuari

#### Requeriments il·luminació

- Il·luminació **saludable**, entenent per saludable aquella il·luminació artificial que resulta menys perjudicial per la persona i vista

- Il·luminació **adaptable** que interaccioni amb l'usuari i que adapti la llum de forma gestual

Aquest projecte doncs es desenvoluparà tenint en compte doncs aquest objectiu, abast i un compliment de requeriments especificats en aquesta part de la memòria.

A continuació en el desenvolupament, es detallarà punt per punt cada fase d'aquest treball per assolir els objectius esmentats.

## 2. DESENVOLUPAMENT

### 2.1. Definició del producte

#### 2.1.1. Idea

##### Necessitat

Les fonts de llum ajustables per la il·luminació estan cada cop més de moda [3][4]. No només per la capacitat d'adaptació i possibilitats que ofereixen a l'espai, sinó que també perquè s'està demostrant que poden crear ambients que realment influeixin en el benestar de les persones, com per exemple emetent patrons de llum que acompanyin els ritmes circadianis<sup>1</sup>. Relacionat amb això, estudis del Centre d'Investigacions d'Il·luminació dels Estats units [5][1] denoten que la il·luminació hauria de ser un element integrat i treballat no només en el disseny d'interiors, sinó que també en l'arquitectura dels edificis, el qual permeti una relació directe amb els cicles circadianis dels usuaris de manera que la il·luminació tingui el menor impacte possible en la salut. Anant una mica més enllà també es suggereix el que ja s'ha comentat que la temperatura de color dels interiors ha de canviar conforme avança el dia per poder seguir el cicle natural de la llum.

La llum natural, amb el seu espectre de color e intensitat en constant canvi te un efecte positiu en la salut i benestar de les persones, és vital doncs poder replicar aquests efectes en una llum artificial per a la llar.

També, els usuaris han de ser capaços de forma ràpida i senzilla de crear els seus ambients i entorns dins les seves llars. No només això sinó que cada espai de la llar tindrà les seves necessitats lumíniques segons la seva funció en el dia a dia de les persones.

---

<sup>1</sup> *Cicle d'aproximadament 24 hores amb els inherents processos bioquímics, fisiològics o de comportament lligat al cicle llum/foscor [49].*



Citant els exemples de *Canales sensoriales*, “la il·luminació amb un alt component blau en el lavabo pot ajudar a les persones a despertar pel matí i ajudar al seu rellotge biològic, mentre que una il·luminació tènue de fons en la sala d'estar pot ajudar a crear una atmosfera acollidora per la nit” [6].

És per tot això que **és clau i una necessitat avui en dia de disposar de il·luminació flexible a la llar** i oficines de treball, on normalment les persones i usuaris solen passar mes hores al dia.

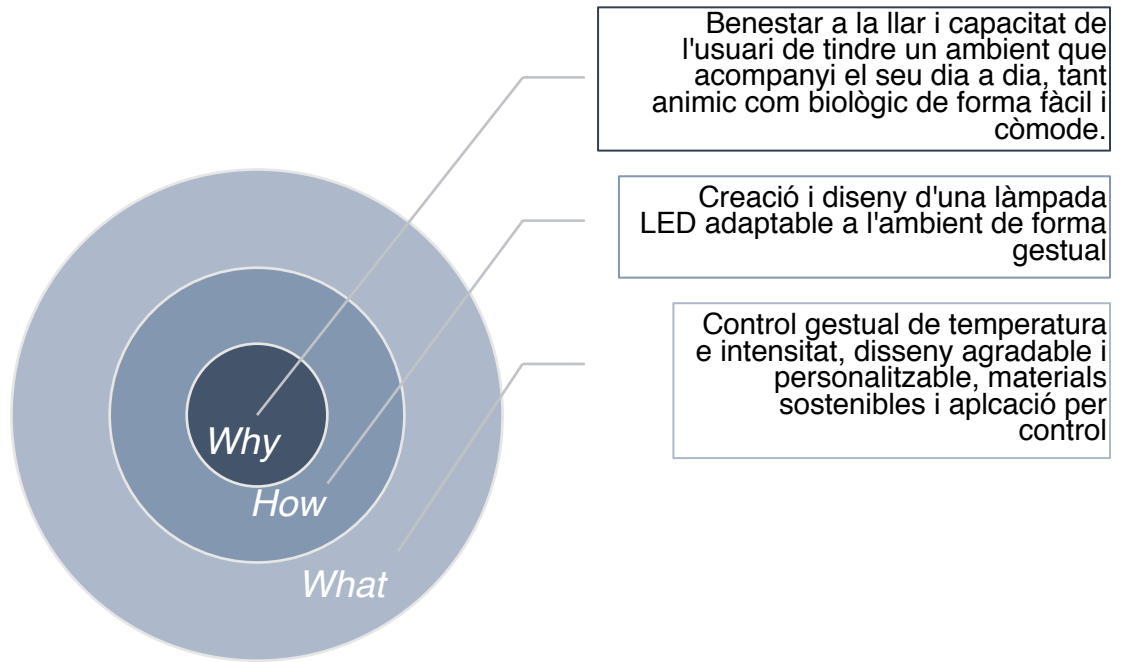
És aquí on es vol situar el producte, i per acompanyar totes les possibles situacions la lluminària podrà regular la intensitat de llum que emet i la temperatura de color.

### Definició del producte segons necessitat

Un cop citat el marc de necessitats en el que ubiquem el producte que es vol desenvolupar, toca definir en una mica més de detalls els trets principals que volem que pugui tindre el producte en qüestió.

Per a fer-ho, i tenint en ment que el principal objectiu d'un producte es arribar a un mercat, i per tant vendre's, és decideix fer la definició de producte a partir del *Golden Circle del Simon Sinek* [7], el qual te com a principal objectiu entendre la proposició de valor de les companyies i dels seus productes. Resumidament i seguint l'ordre establert: .

- *Why?*: perquè i amb quin objectiu es crea el producte que s'està creant. Quin problema, quina necessitat ataca el que s'està desenvolupant.
- *How?*: com s'assolirà l'objectiu i el perquè del teu producte
- *What?*: el detall del producte que es ven, especificacions...



Il·lustració 4 Golden Circle del producte

El producte a dissenyar per tant és:

- Una làmpada per la llar
- Amb un disseny amb materials sostenibles i personalitzables
- Llum adaptable a diferents situacions , ambients i espais:
  - o Llum amb regulació d'intensitat
  - o Llum amb regulació de temperatura
- Amb una interacció amb l'Usuari que es faci mitjançant un control gestual
- Altres elements a tindre en compte: ha de ser fàcil de controlar, amb un control accessible, un disseny atractiu a l'usuari i tindre possibilitat de programacions automàtiques de la llum i els cicles, lo que implica el desenvolupament de una possible aplicació de control.

### *2.1.2. Estudi de precedents*

La làmpada es pot definir com aquell objecte que proporciona llum de manera artificial. Gràcies a la innovació i descobriments tecnològics, aquesta ha patit una gran evolució des dels seus inicis fins ara.

Per tal de tindre una visió global del producte, es fa un breu repàs del que han estat els seus inicis fins ara [8].

En els seus inicis, no podem parlar de làmpades, pròpiament dit, sinó que la il·luminació de la que es disposava en llars i altres espais era a través de la combustió de la fusta la qual desprenia llum i il·luminava quan no hi havia llum solar, el foc.

Aquesta combustió va canviar al llarg del temps, passant de la fusta, al combustible que cobria una metxa, a l'oli fins a la cera o cera de petroli.

Es podria dir que la última d'aquestes primeres "làmpades" de combustió va ser la de gas subministrat de forma controlada dins un recipient de vidre.

Totes aquestes "làmpades" evidentment tenien les seves limitacions, no només a nivell de disseny sinó ja que de funcionalitat i durabilitat o intensitat de la llum, i és que hem de tindre present que tots aquests sistemes utilitzen la combustió com a mètode d'il·luminació.

Quan es va produir el gran canvi?

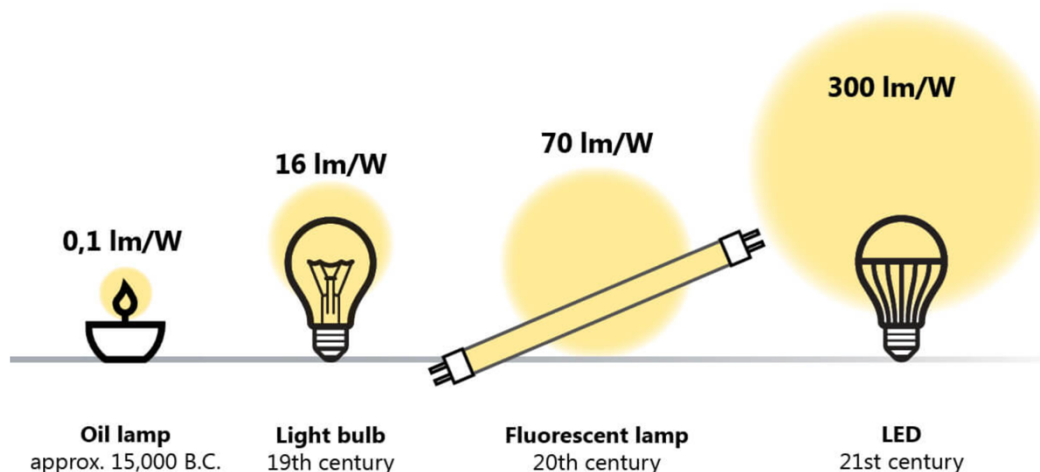
El descobriment de l'electricitat (1801 d.C.) va permetre al món de la il·luminació donar salts de gegants respecte al que s'havia fet fins aleshores.

Aquest esdeveniment va permetre l'aparició de làmpades elèctriques incandescent, halògens i fluorescents, deixant d'aquesta manera la combustió a la producció de llum mitjançant electricitat.

Totes aquestes làmpades tenien limitacions, per exemple, la làmpada incandescent era molt cara de produir i no era gens eficient, consumint molt per la producció de llum. L'arribada dels halògens va permetre millorar la vida útil de les bombetes anteriors i també millorar la il·luminació que es produïa, tot i que restaven lluny de aconseguir la il·luminació que disposem avui en dia.

Més tard van arribar les llums fluorescents que produïen més llum amb un 25% menys d'energia que les bombetes halògenes. També és important destacar que amb els fluorescents es va “descobrir” també la llum de colors.

Finalment i actualment, s'ha arribat a la era dels LEDs (*Light Emitting Diode*), els quals tenen molts avantatges respecte els seus pares i avis que s'acaben d'esmentar. La il·luminació LED dura més i és que no utilitza filaments, que es cremen i s'acaben trencant amb el temps. Aquestes bombetes utilitzen un semiconductor per transformar electricitat en llum en una àrea molt petita, poden emetre llum en una direcció molt específica amb una alta intensitat i eficiència. que fan preveure que els pròxims anys la tendència sigui apostar per aquesta tecnologia.



Il·lustració 5 Evolució de la il·luminació<sup>2</sup>

<sup>2</sup> El lumen (lm) és la unitat del Sistema Internacional de mesures per mesurar el flux lluminós, es pot entendre com una mesura de la potència lluminosa percebuda. No confondre amb Lux el qual mesura la luminància (1 Lux = 1 lm/m<sup>2</sup>) [50]

És important destacar també, que fins l'arribada dels LEDs tampoc s'havia treballat amb la il·luminació com s'està treballant fins ara, i és que no era considerada un element que influeixi en la salut ni el benestar, i tampoc permetia tecnològicament una adaptació als cicles circadianis que ja s'han comentat en els inicis del treball. Per tant, és ara quan realment s'està vivint una era de la il·luminació tecnològica i adaptativa.

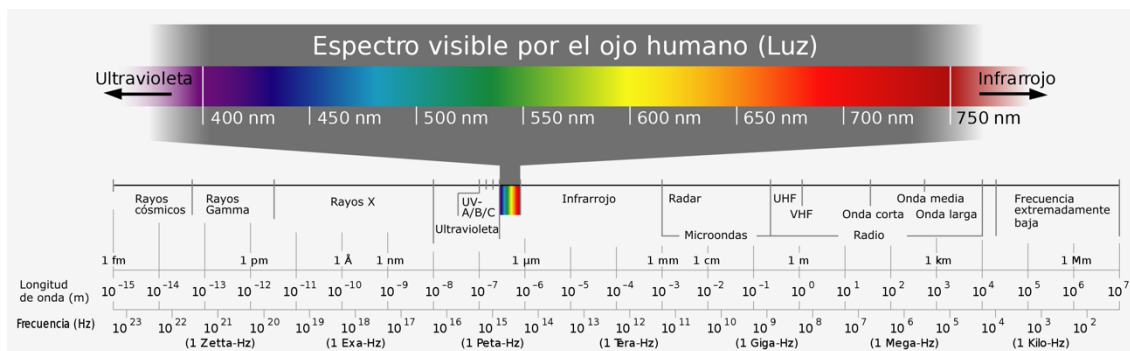
### 2.1.3. Principis bàsics d'il·luminació

Tal i com s'ha fet per l'evolució de la il·luminació, es considera vital per aquest projecte el entendre els principals conceptes d'il·luminació, així com altres punts importants en la il·luminació "adaptativa" actual. A continuació, es fa un breu repàs d'alguns conceptes bàsics i claus pel desenvolupament d'aquest projecte.

#### Il·luminació [9]

Què és la llum?

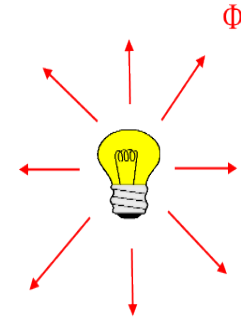
La llum és la porció de l'espectre electromagnètic visible per a l'ull humà amb longituds d'ona entre 380nm i 780nm i una freqüència entre els 430 i els 750 THz [10].



*Il·lustració 6 Espectre visible [11]*

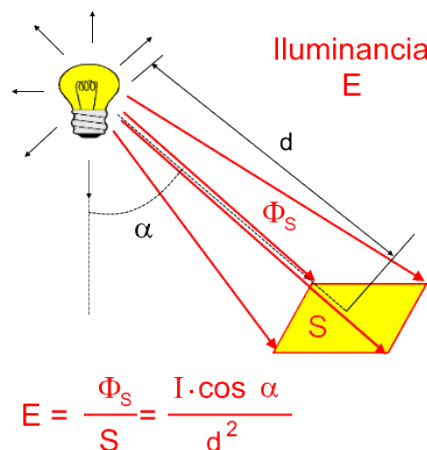
A continuació s'anomenen algunes de les magnituds més rellevants de la llum:

- Flux lluminós: potència lluminosa d'una làmpada , també entès com quantitat de llum emesa (lm) [12].



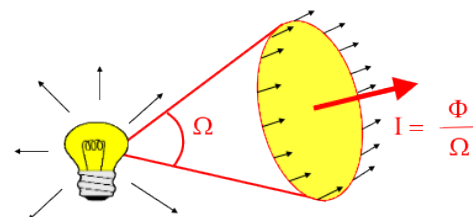
*Il·lustració 7 Magnitud física -  
 ll·luminació*

- ll·luminació (E): relació entre els lm i l'àrea de superfície a la que arriba la llum (lux). Aquesta dada indica el flux lluminós emès des de una font de llum que incideix de forma horitzontal o vertical sobre una superfície [12].



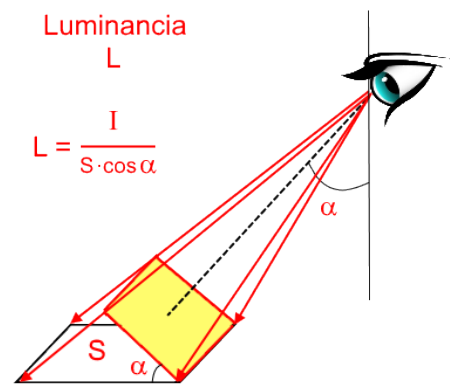
*Il·lustració 8 Magnitud física - ll·luminació*

- Intensitat lluminosa (I): flux emès per una unitat d'angle sòlid en una direcció determinada (cd) [12].



*Il·lustració 9 Magnitud física - Intensitat  
 lluminosa*

- Luminància(L): intensitat lluminosa per unitat de superfície emesa o reflectida per la mateixa en direcció cap a l'ull, que equival a la sensació de brillantor d'una superfície que percep l'ull humà (cd/m<sup>2</sup>). Aquest concepte seria el més proper a la percepció visual que té l'ull humà a una il·luminació [12].



Il·lustració 10 Magnitud física - Luminància

Comentar també termes energètics com la potència consumida (W) que és la quantitat d'energia que necessita una font per alimentar l'emissor de llum. O la eficiència lluminosa(lm/W), que és la relació entre el flux i la potència utilitzada per poder emetre'l.

Totes aquestes magnituds i termes, no només són importants per la eficiència i consum, i és que ha quedat clar que, tal i com es vol transmetre i entendre la il·luminació amb aquest projecte, els sistemes d'il·luminació no només han de proporcionar i adequar una bona visibilitat, sinó que també han d'ajudar a crear espais i a fer-los el més saludable possibles per als usuaris.

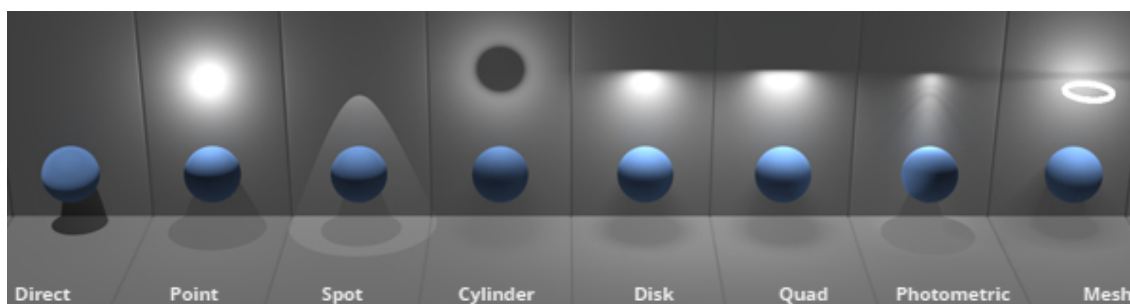
La il·luminació, per exemple, és un factor clau en la creació d'aquests ambients a la llar. I és que ja citat en moltes referències, cada estància de la llar té una funció o altre en la vida dels usuaris, i per tant, cada estància requereix una intensitat d'il·luminació pel desenvolupament d'aquestes funcions.

A continuació s'adjunta una taula on es fa una comparativa de la il·luminació recomanada segons espai a la llar [13].

Estància	Il·luminació
Cuina - general	200 lux
Lavabo - general	100 lux
Lavabo - mirall	300 lux
Dormitori - general	50-100 lux
Dormitori – capçalera llit	150-300 lux
Menjador - TV	50 lux
Menjador - general	100 lux

*Taula 1 Il·luminació segons estància de la llar*

Un d'ells és la fotometria [14][15], que bàsicament és la forma del raig de llum que emet una font d'il·luminació.



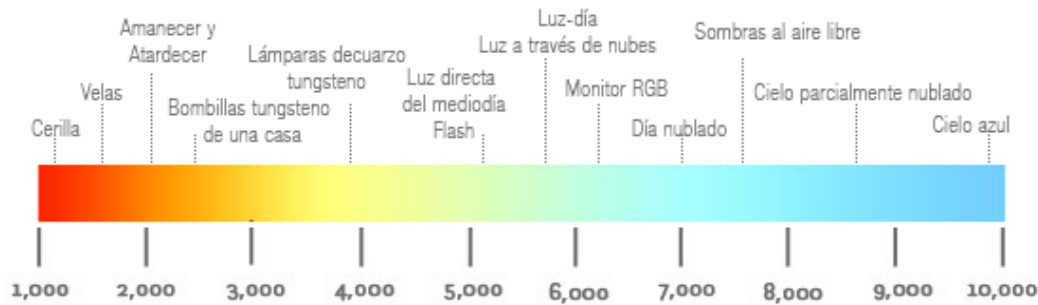
*Il·lustració 11 Diferents fotometries en il·luminació*

És important tindre present aquest aspecte de la il·luminació en la disposició dels espais i és que cada bombeta i làmpada poden canviar totalment la seva aplicació segons la fotometria que tinguin. De fet, per molt que els lúmens d'una làmpada siguin els òptims, utilitzar aquella il·luminació pot ser pobre o amb resultats no desitjats si la fotometria que te no és l'adequada.

No es pot passar per alt tampoc la temperatura com un altre aspecte important a tindre en compte.



La temperatura de color d'una font de llum es defineix comparant el seu color dins de l'espectre lluminós amb el de la llum que emetria un cos negre<sup>3</sup> escalfat a una temperatura determinada [16] (és per aquest motiu que s'expressa en Kelvin).



*Il·lustració 12 Temperatura de la llum [17]*

En termes d'il·luminació, és comú utilitzar el que es coneixen com llums neutres, càlides o fredes. Es coneixen com llums fredes, aquelles que tenen una temperatura de color pròxima al blau. Per altre banda, són llums càlides aquelles que tenen tons propers al vermell. Per últim, són neutres aquelles que estan entre mig de les fredes y càlides.

De forma generalitzada, podríem acotar aquests 3 termes en els següents intervals de K:

- Càlides (1000K-3000K)
- Neutres (3500K-5500K)
- Fredes (5500K-10000K)

<sup>3</sup> Un cos negre és aquell que no absorbeix ni reflexa cap freqüència lluminosa i que és capaç d'irradiar llum segons augmenta la seva temperatura. A cada temperatura a la que es calenta aquest cos, aquest emetrà una determinada longitud d'ona (color) [16].



*Il·lustració 13 K segons temperatura de la llum*

La relació per tant de temperatura és, a major K , més freda serà la llum, que no implica menys lluminosa. I és que es lúmens (lluminositat) són totalment independents a la calidesa de la llum, i no canvien amb els Kelvin de la temperatura/color [18].

Per tant, és important la temperatura de la llum ja que aquesta té un gran impacte en les estàncies i pot fer-nos canviar dràsticament la percepció que es té d'una estància.

La llum càlida per exemple s'utilitza en espais de confort, comoditat i tranquil·litat, com podrien ser sales d'estar, dormitoris, jardins, terrasses, restaurants..

No només a nivell de sensacions però la llum càlida també permet ressaltar detalls de disseny, decoratius i arquitectònics.

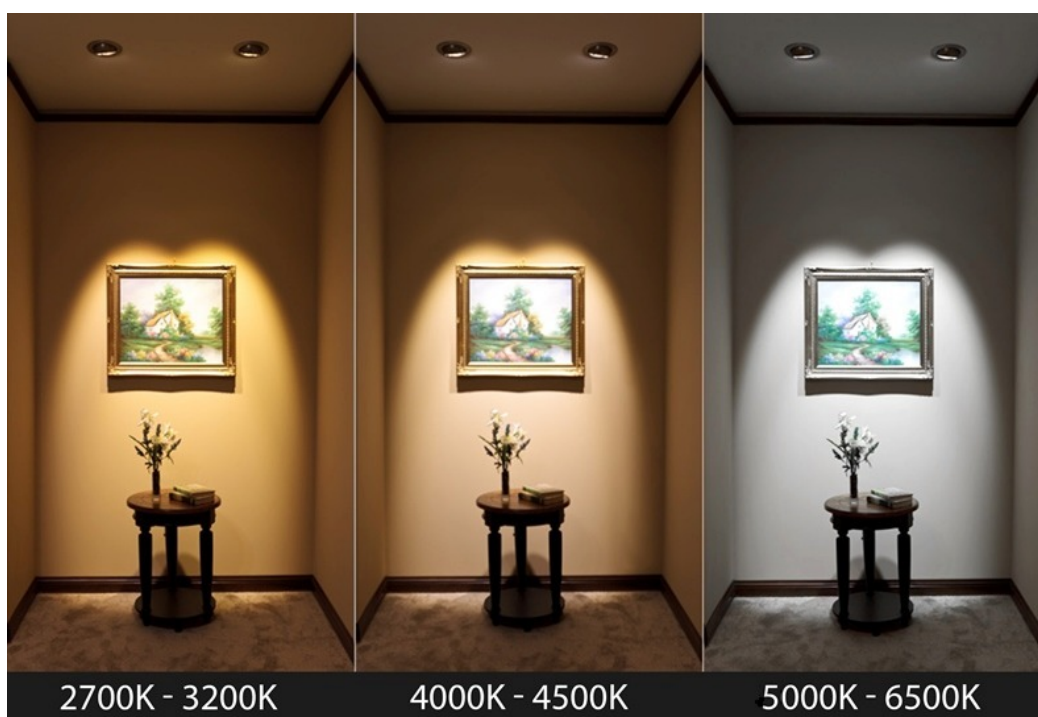
No es considera un llum adequada però quan necessitem realitzar tasques de precisió i concentració ja que poden ocasionar fatiga visual.

I la llum freda?

Al contrari de la càlida, aquesta llum es considera estimulants , important utilitzar-la en espais de rendiment i atenció. És per això que aquesta llum és ideal per llocs de treball, centres comercials, cuines, oficines... i a diferència que amb la llum càlida, la llum freda no diferencia relleus i dona un aspecte visual pla, sense detalls i uniforme [19].

Llum càlida	Llum neutre	Llum freda
Perfecte per habitacions, sales d'estar , menjadors, jardins..	Cuines, lavabos, garatges	Lavabos, cuines, soterranis
Calidesa i tranquil·litat	Energia i vitalitat	Contrast, treball, concentració

*Taula 2 Il·luminació segons temperatura*



*Il·lustració 14 Llum càlida vs Llum neutre vs Llum freda [20]<sup>4</sup>*

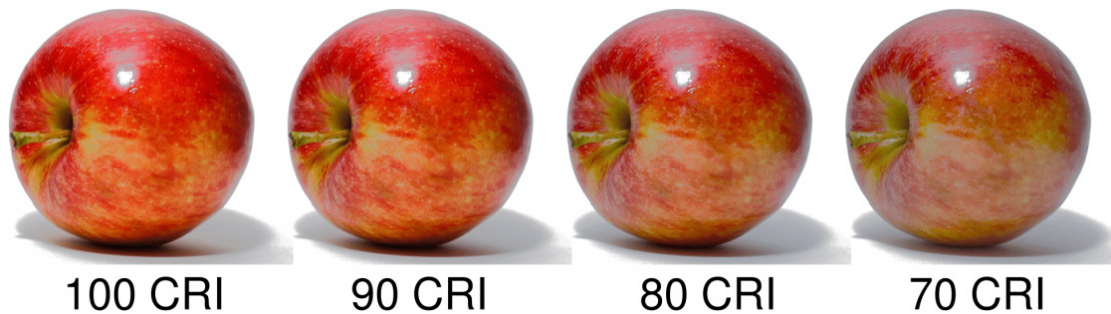
Finalment, esmentar l'Índex de reproducció cromàtic o CRI, que és una mesura quantitativa de l'habilitat que té una font de llum de reproduir fidelment els colors dels objectes en comparació a una font de llum ideal (el sol). L'escala de CRI va de 0 a 100, sent 100 la llum del sol.

<sup>4</sup> Una habitació amb parets blanques i mobles de fusta per exemple, il·luminada amb llum càlida permet accentuar els tons marrons dels mobles destacant l'estància i les parets amb un to agradable i càlid. En canvi, al il·luminar-la amb llums fredes, aquesta es veu accentuada amb colors verds i blaus, donant-li un aspecte fred.

Tant el CRI com la temperatura de la llum són vitals a l'hora d'escollir il·luminació per la llar. Són dos conceptes independents que afecten al color d'una manera diferent.

El color que reproduïx una làmpada depèn de la temperatura de color, mentre que el CRI indicarà quina il·luminació representa els colors de forma més fidedigna a la realitat.

Per exemple, el CRI és fonamental en zones com comerços, on és important vendre l'aspecte dels productes a vendre. Com millor aspecte tinguin els productes més fàcil serà vendre'ls. També és important que qualsevol tipus d'activitat interior hauria de tindre una il·luminació amb un CRI no menor a 80 [21].



*Il·lustració 15 Comparació CRI [22]*

### Cicles biodinàmics

S'ha esmentat també a l'inici d'aquesta memòria i és que un dels factors claus del producte a desenvolupar, és que ha de ser una il·luminació que s'adapti a l'usuari.

Una d'aquestes adaptacions més importants és aquella que acompanya al cicle biològic que tenim tots, que és el cicle circadiari.

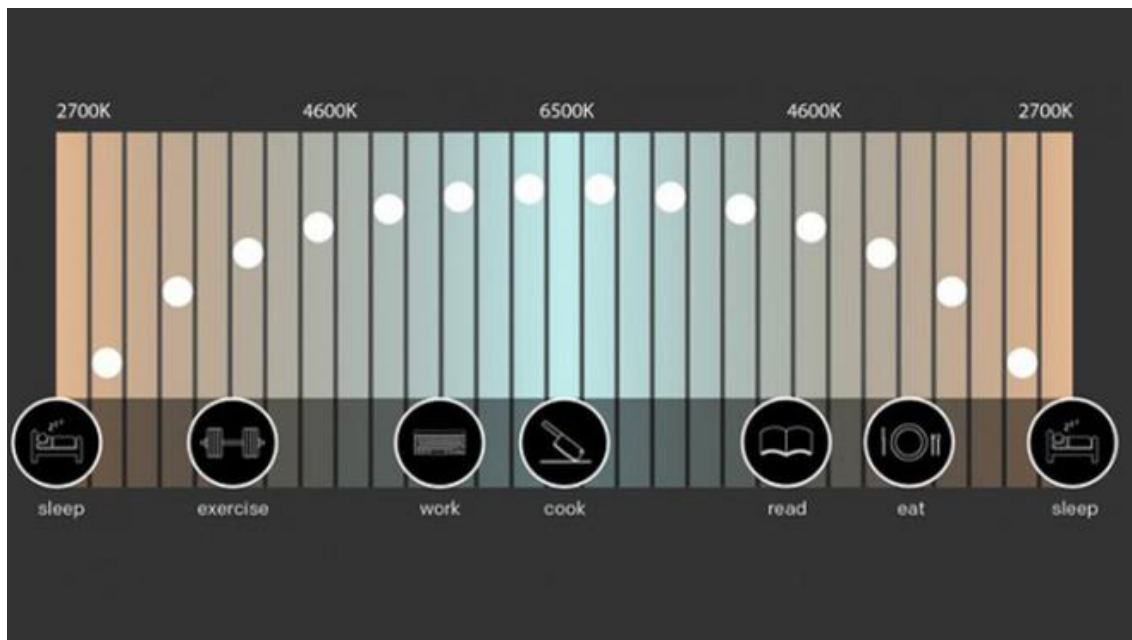
I és que ja en diferents sectors han començat a explorar i explotar els beneficis de la il·luminació que segueix el cicle natural i biològic del cos humà, permetent a través de la il·luminació de millorar positivament la salut, estat d'alerta, concentració, productivitat, i molt més.

De forma natural les persones tenen el cicle circadiari gràcies a la il·luminació natural del sol. La realitat però com bé es sap és un altre, i és que amb la invenció

de l'electricitat, les persones estem envoltades d'il·luminació dia rere dia que influeixen en aquest cicle.

Les investigacions han recalcat que la llum afecta tant als nostres sistemes visuals com els que no i que per tant, el concepte de llum circadiària ha de ser aquella il·luminació que ajudi i recolzi la salut humana, minimitzant al màxim els efectes que tenen les il·luminacions artificials en el cicle natural de les persones que recordar, es regeixen per la llum natural solar.

Aquest terme d'il·luminació circadiària està encara en gestació i en fase d'estudi, però està comprovat que 3 aspectes de la il·luminació poden ajudar a aquesta regulació i són l'ajust de la il·luminació, color, i estímuls [23].



*Il·lustració 16 Cicle circadiari i temperatura d'il·luminació*

Aquest projecte es centra en la il·luminació per la llar. Per tant, com s'aplica aquesta il·luminació adaptativa a la llar, per tal de millorar la qualitat de vida dels usuaris, reduint l'estrès i augmentant la productivitat?

És clau tindre una il·luminació capaç de tindre una temperatura i intensitat regulable, canviant aquestes durant les diferents hores del dia i estacions de l'any. Aconseguint així una llum interior de casa el més similar a l'exterior possible per no alterar els nostres ritmes.

Com ja s'ha apuntat més amunt, tot dependrà de l'estància i l'activitat que s'hi realitzi. I és que ara encara te més sentit, la col·locació de llums càlides al dormitori, que és on anirem a dormir o on ens acabem de despertar, o posar llums neutres en sales d'estar i menjadors, ja que ja no és hora d'anar a dormir però tampoc s'hi treballa amb alt rendiment. En canvi, si que es considera important la utilització de llums fredes en cuines i lavabos ja que són zones no indicades pel descans [24].

## Biofilia

Més enllà de disseny, l'objectiu de la làmpada y gama de productes a crear no és més que l'emoció que traslladi a l'usuari. I és que no només ha de ser una il·luminació òptima, sinó que ha de ser una il·luminació que transmeti un estat d'ànim positiu a les persones.

Aquí és on entra la biofilia<sup>5</sup>. Cada cop més les persones porten un ritme de vida més frenètic i més desconnectat de la naturalesa afectant negativament al rendiment i benestar de les persones, que acumulen més nivells d'estres. I és que informes apunten que empreses on s'incorporen elements naturals aconsegueixen augmentar un 13% el rendiment, productivitat i benestar dels treballadors.

D'aquí, sorgeix el terme de disseny biofílic [25], que és la tendència que defensa la utilització d'il·luminacions naturals, mobiliaris amb materials naturals, materials reciclats, plantes... en les oficines de treball i llars per tal de millorar el benestar, rendiment, inspiració i productivitat.

Evidentment, no sempre es pot aconseguir utilitzar elements naturals en tots els espais que ens agradaria, però tampoc és necessari per anar alineat amb aquest concepte i és que pots transmetre tot això amb patrons de color, formes, tonalitats..

---

<sup>5</sup> Terme inventat per l'Edward O. Wilson que ve a significar l'amor i sentit de connexió de les persones per la naturalesa. Segons aquest biòleg, la biofilia és de caràcter innat i producte de la selecció natural i actua en espècies intel·ligents om l'ésser humà la supervivència del qual depèn estretament de la connexió amb l'ambient i l'apreciació pràctica de les plantes i animals [51].

#### 2.1.4. Especificacions tècniques

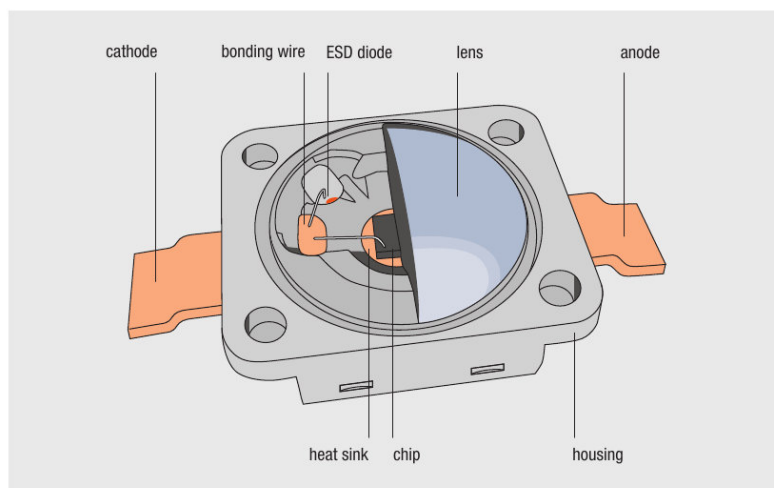
Després d'aquesta introducció a termes, corrents i característiques de la il·luminació, queda clar com i quina il·luminació es vol per la làmpada a dissenyar. I és que després d'un estudi de mercat de tecnologies, la tecnologia LED d'il·luminació es considera la millor per complir amb els requeriments que vol complir aquest producte.

A continuació es presenta breument en més detall la tecnologia d'il·luminació LED, amb les avantatges de la seva utilització.

#### Principi bàsic dels LEDs

Un "LED" no és més que un díode compost de capes y combinacions de materials semiconductors que emet llum monocromàtica quan es polaritza de forma directe. La tecnologia LED no només permet emissió de longituds d'ona dins el visible, sinó que també pot emetre en ultravioleta fins a l'infraroig, això dependrà del material utilitzat com a semiconductor [26].

A diferència que passa amb les bombetes tradicionals que són de vidre, els LEDs estan encapsulats amb una coberta de plàstic d'alta resistència.



*Il·lustració 17 Estructura general d'un LED [27]*



## Avantatges de la tecnologia LED

Prèviament esmentat en el bloc d'introducció, la tecnologia LED ofereix certs avantatges respecte la il·luminació tradicionals que van des de les possibilitats de color i disseny, a les dimensions i flexibilitat de la font d'il·luminació fins a eficiència energètica, o vida útil.

Això es tradueix al final en una font de llum molt adaptable i polifacètica, que dona molt joc als usuaris i empreses a l'hora de crear il·luminació pels espais. I si més no també un benefici econòmic a llarg termini gràcies a les llargues vides útils d'aquests elements [28].

A continuació, es citen algunes de les avantatges que presenta aquesta tecnologia que s'han pogut trobar en a bibliografia [27]:

- A nivell de disseny , materials i medi ambient
  - Dimensions reduïdes
  - Resistent a cops, vibracions, canvis de temperatura, humitat d'entre altres
  - Flexible
  - Gran varietat de dissenys i colors amb infinitat de combinacions
  - Llargades variables i molt customitzables segons gustos
  - Lliure de mercuri i tungstè, fent el producte més segur i menys contaminant
  - Menor contaminació lumínica gràcies a la direccionalitat de la llum
- A nivell d'il·luminació
  - Llum immediata al encendre el LED<sup>6</sup>
  - Ampli marge de temperatura pel funcionament
  - No te radiació UV o IR
  - Gran saturació de color sense necessitat de filtre de color
  - No emeten calor amb la il·luminació

---

<sup>6</sup> Una làmpada LED no tarda en encendre's un cop es dona la llum, i a més a més no fa pampallugues en la il·luminació, donant la màxima potència de llum des de el primer moment [28]



- A nivell de consum i eficiència energètica
  - Poc consum elèctric i alta eficiència<sup>7</sup>
  - Llarga vida útil<sup>8</sup>

Alta resistència davant de cicles d'encendre's

### Tecnologia LED utilitzada

Per tot això és que es decideix que la tecnologia LED és la més adequada per l'objectiu del producte.

Com s'ha pogut constatar, hi ha una gran varietat de tipologies de LED, temperatures, intensitats... i és per això que a continuació es presenta una breu descripció del producte LED utilitzat i les seves especificacions tècniques [29], de manera que es pugui fer una idea d'on s'emmarca la il·luminació que es realitzarà amb la làmpada.



*Il·lustració 18 LedFlex 810.36 Biodinàmica IP20*

El LED escollit ha estat aquell que permet complir amb els requeriments desitjats d'il·luminació i és, al final del tot, poder mimetitzar al màxim la il·luminació natural.

---

<sup>7</sup> Una làmpada LED pot suposar un estalvi econòmic de fins a un 85% menys que amb la il·luminació tradicional [28]

<sup>8</sup> Una làmpada LED ofereix entre 35.000 y 50.000 hores de funcionament vs les 1000 que pot oferir una bombeta tradicional

- Il·luminació (lm): 4700 lm per 5 metres amb 60 LED/m
- Rang de temperatura de color: 2700K+6000k
- CRI: 80
- Angle d'apertura del feix de llum: 120°
- Tipus d'il·luminació: lineal
- Densitat de LEDs: 60 LED/m
- Rang de temperatura de funcionament: min -20°C amb màxims de 40°C
- Alimentació: 24W

## 2.2. Estudi i anàlisi dels productes i mercat actual

Un cop establert un bon marc i principis en il·luminació, és quan es pot començar a pensar en producte, què volem oferir, i el més important, a qui es vol oferir aquest producte, és a dir, els usuaris i clients.

El principal usuari del producte, són els particulars que vulguin il·luminació per diferents estàncies. Es poden veure inclosos aquí, locals, hotels, oficines de treball, restaurants, *retails*<sup>9</sup>...

La làmpada té com a objectiu ser un producte que s'adapti a infinitat d'ambients i per tant, també poden ser al final milers d'usuaris el que vulguin incorporar aquesta làmpada.

Tot i aquesta infinitat d'aplicacions, el principal foc del producte serà il·luminació per la llar, sense perdre de vista la importància que també se li donarà a nivell de disseny per ser considerat també un element de decoració.

Tenint aquesta idea clara, i abans de començar el disseny del producte, es pot fer un breu estudi de mercat i tendències del sector, per tal de poder veure on ubicarem el nostre producte i què volen els usuaris.

---

<sup>9</sup> Venta al minorista que inclou totes les activitats relacionades amb la venda de serveis, bens i productes al consumidor final, per exemple, una botiga de roba [52].

D'aquesta manera es podrà enfocar el disseny de la il·luminació, pensant en un mercat “validat” i una competència estudiada, garantint un major èxit en la comercialització del producte.

### *2.2.1. Tendències en il·luminació 2019/2020*

Breument i extret de la bibliografia [30] [31] , es presenten algunes de tendències en il·luminació d'aquest 2019 i 2020 , i que es consideren importants esmentar.

#### *Naturalitat: línies rectes i materials naturals*

Es busquen làmpades fetes amb materials naturals i línies rectes, que recordin i traslladin dissenys més naturals. Dissenys geomètrics senzills amb colors suaus i neutres, més que un disseny extravagant.

Normalment el material desitjat per aquests elements és fusta, bambú, corda... per espais més clàssics i naturals, i un estil més industrial amb acabats metàl·lics per les llars i espais més moderns.

#### *Estil retro/industrial/vintage amb acabats metàl·lics*

Ja des del 2018 que aquest estil s'està posant de moda amb la utilització de metalls elegants amb dissenys alternatius dins una temàtica industrial però elegant.

Dins aquest estil, destaca la utilització de bombetes vintage amb filaments interiors per la decoració d'espais.

També destaca la utilització d'or suau com a acabat i elements metàl·lics.



*Il·lustració 19 Il·luminació estil industrial amb bombetes tipus Edison*

## Tecnologia LED

Bones notícies i és que la tecnologia LED segueix sent una de les millors opcions per la il·luminació gràcies a les avantatges ja citades amb anterioritat.

### Il·luminació d'accent

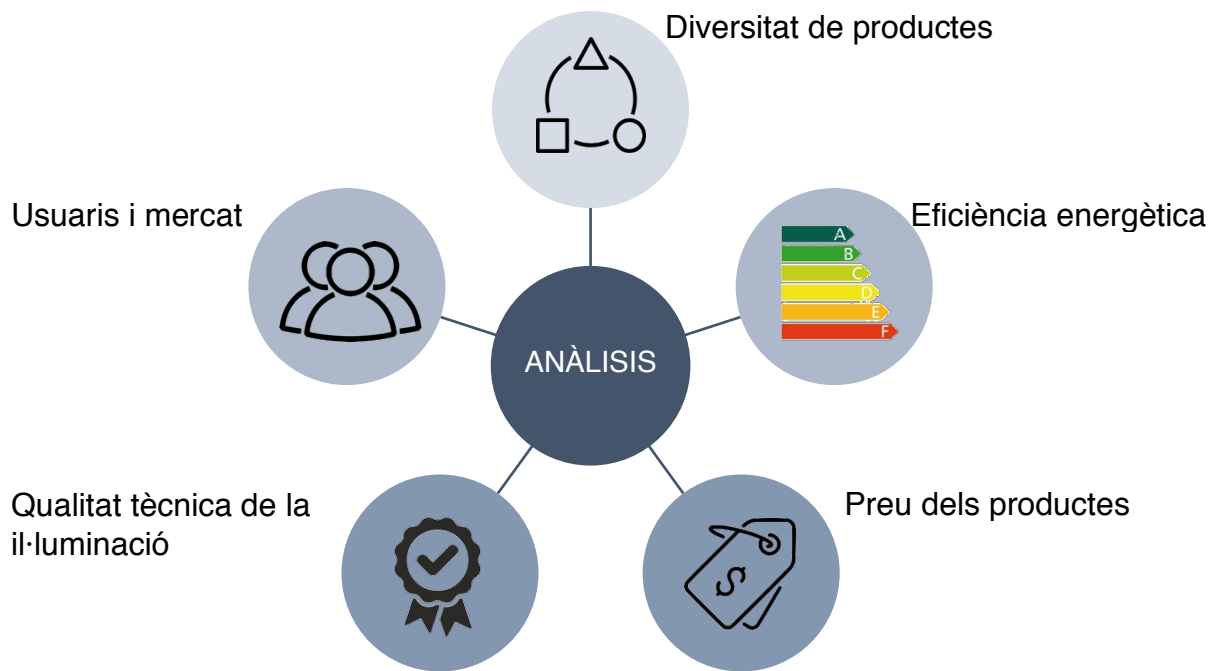
Amb il·luminació d'accent, es fa referència a que no és necessari una làmpada de sostre per crear una bona il·luminació en una habitació, sinó que a través d'il·luminació en zones concretes a través de làmpades puntuals, es pot crear una il·luminació adequada en un espai. Això, d'entre altres, permet crear una major intimitat en certs espais ja que no depenen de làmpades de sostre per il·luminar.

A més a més, destacar que per davant de tot es portarà la funcionalitat de la il·luminació, i cada cop més "l'automatització" i digitalització de la mateixa.

#### *2.2.2. Estudi del mercat actual*

A continuació es presenta un estudi i anàlisi de les diferents empreses fabricants de làmpades de diferents gammes.

Els punts que s'han analitzat de les diferents marques són aquells que es volen treballar per part de la marca i gamma desenvolupada en aquest treball i que són:



*Il·lustració 20 Punts de l'anàlisi de mercat*

### Marc i competència

Es prestarà especial detall a les llums de sobretaula, que a grans termes es pot diferenciar segons si el seu objectiu és ser una llum per una zona de treball o il·luminació d'ambient. Sent les primeres aquelles destinades a il·luminar puntualment una superfície, i les segones, una il·luminació destinada a ser menys intensa però més general per tal d'il·luminar estàncies senceres.



*Il·lustració 21 A l'esquerre, llum de treball. A la dreta, llum de sobretaula d'ambient [32]*

El producte desenvolupat en aquest treball serà pensat per il·luminació ambiental, sense tancar portes a possibles aplicacions per il·luminació més focalitzada per feines concretes o espais determinats.

Les primeres, solen ser il·luminacions 360° , normalment utilitzant pantalles o llums indirectes per a que siguin més tènues.

Les marques estudiades dins aquest marc i centrant-nos més en aquest últim punt són:



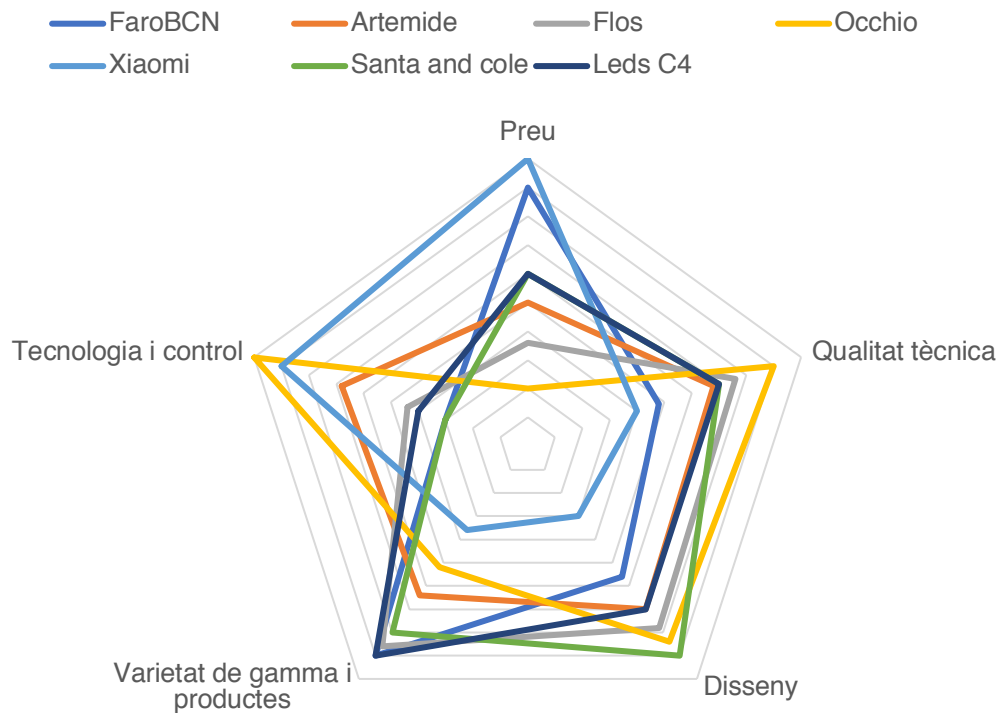
*Il·lustració 22 Marques estudiades en aquest projecte*

De les quals i previ a l'estudi individual per marca, Xiaomi i Occhio estan tecnològicament molt avançades, amb controls remots i amb altes prestacions lumíniques i d'eficiència. En canvi, tenim altres marques més centrades en el disseny i que solen tindre un preu superior com Artemide, Flos, Santa&Cole i Occhio.

En quant a varietat en productes i especialitzades en grans projectes, es troben FaroBCN, Santa&Cole i LedsC4.

A continuació, es presenta un gràfic d'aranya on de forma visual es comparen preu, qualitat tècnica, tecnologia i control varietat de productes i disseny.

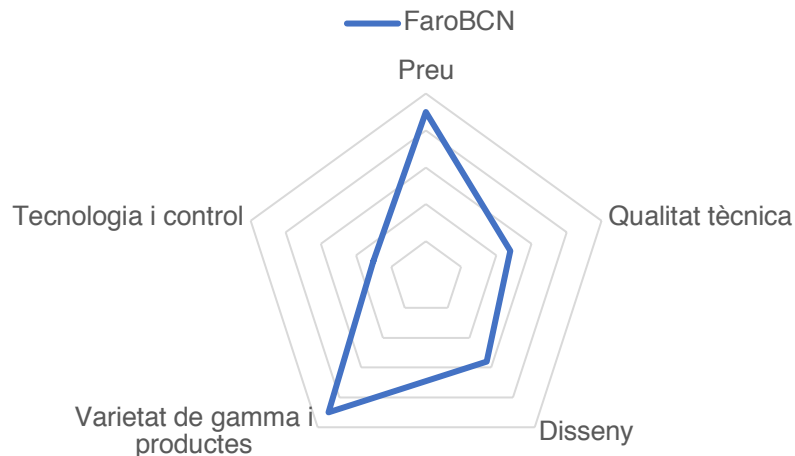
Sense entrar en molt detall, costa trobar marques que de forma global siguin excel·lents en tots els punts. Per exemple, mentre que Xiaomi prioritza preu i tecnologia, Santa&Cole tira més cap al disseny i la gamma de productes.



*Il·lustració 23 Comparativa de característiques entre marques*

## Faro BCN

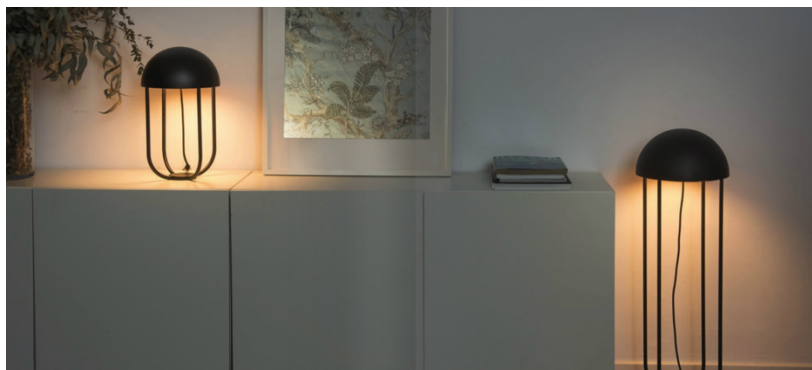
FaroBCN [33] és una empresa catalana dedicada a la fabricació de lluminàries de disseny. Els seus productes són dissenyats per estudis de disseny o dissenyadors amb prestigi. Sumant-hi la bona qualitat dels seus productes, un ampli catàleg per tot tipus de solucions i preus molt competitius, és una empresa a tindre en compte.



*Il·lustració 24 Detall de característiques FaroBCN*

D'entre altres, destacar que:

- Els productes són sense bombeta la qual ha de vindre proporcionada pel client sent una recomanació per part del fabricant que sigui una bombeta càlida
- El rang de preus és moderat, amb un ventall dels 50€ fins als 400€.
- En quant al control, tots els seus productes tenen un control tradicional amb un mecanisme físic d'on/off.

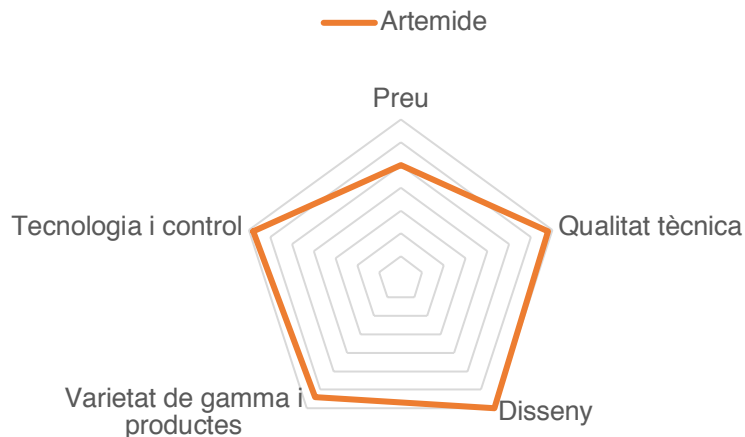


*Il·lustració 25 Catàleg 2020 FaroBCN*



## Artemide

Artemide [34] és una marca molt regular en tots els aspectes, destacant el disseny i la qualitat tècnica.



Il·lustració 26 Detall de característiques Artemide

En quant a la il·luminació de taula, les opcions de temperatura solen ser càlides/molt càlides

El rang de preu és més elevat que FaroBCN, amb preus dels 200€ fins als 700€, i amb alguns productes per sobre dels 1000€

Respecte al control, la majoria de productes tenen control tradicional on/off amb mecanisme físic i alguns dels seus productes de gamma alta presenten la possibilitat de control (intensitat i on/off) a través d'un aplicatiu



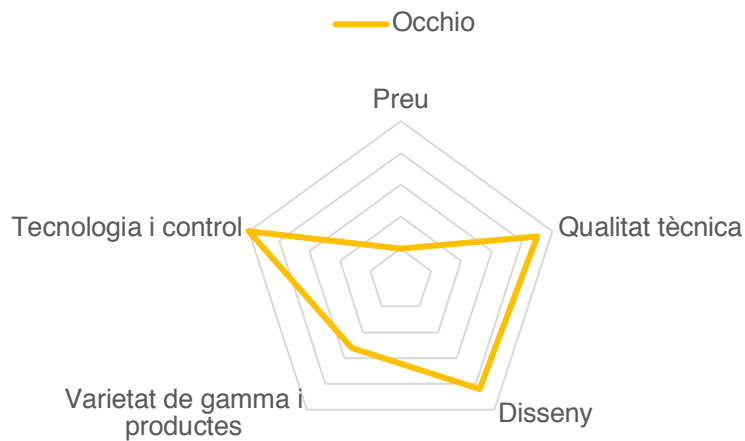
Il·lustració 27 Il·luminació de taula a Artemide

## Occhio

Occhio [35] és una marca alemanya amb disseny impecable i sofisticat, amb una qualitat tècnica molt superior i avançada tecnològicament. No tant excel·lent és el seu ventall de productes per diferents escenes, que resulta mes escàs.

El preu deus seus productes de taula oscil·la entre els 600€ i els 1200€ , i fins i tot fins els 6000€.

En quant a control s'ha de destacar que es pot controlar físicament amb control tradicional, a través d'un aplicatiu i amb sistemes centralitzats com un comandament a distància i control gestual.



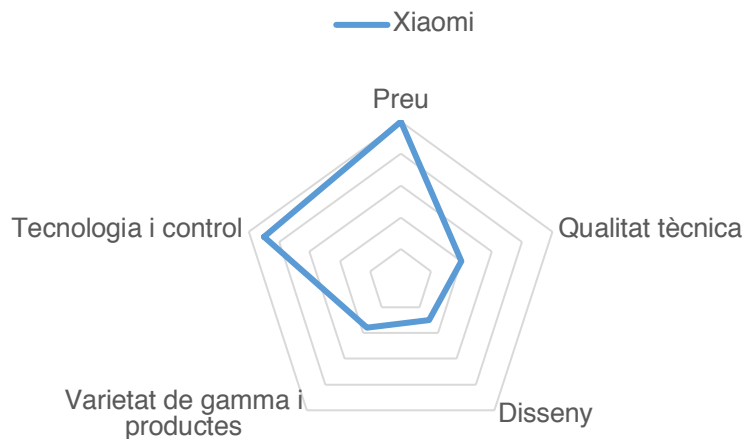
*Il·lustració 28 Detall de característiques Occhio*



*Il·lustració 29 Làmpada ambient sala d'estar Occhio*

## Xiaomi

Xiaomi [36] és no només una marca que fabrica làmpades, sinó que també una coneguda empresa tecnològica amb molts ventalls de productes, i cada cop més. És important tindre-la en compte a nivell de preus de productes i tecnologia, sent tot un referent ja en sectors com la telefonia i *smart Home*.



Il·lustració 30 Detall de característiques Xiaomi

De Xiaomi, destacar-ne el preu dels seus productes, que oscil·la els 50€. Actualment en quant a varietat en la gamma de productes, no destaca i presenta poca varietat, ja que la seva especialització són altres sectors.

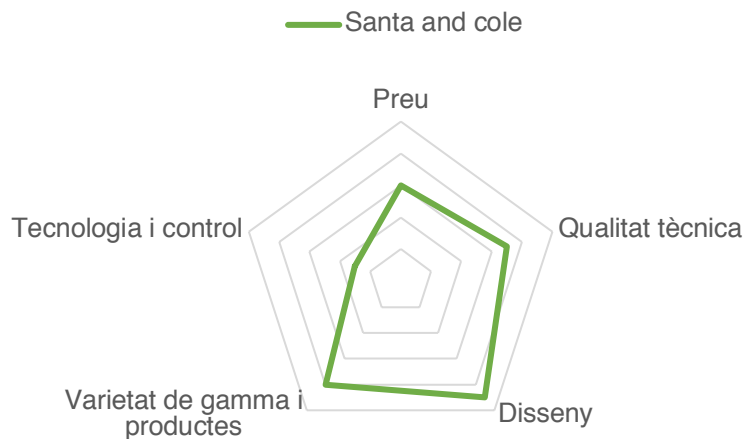
Lo interessant de Xiaomi són els controls de les làmpades, les quals es poden controlar físicament amb control tradicional, o amb control remot per aplicatiu i control per veu. A més a més disposen d'una il·luminació amb control de temperatura.



Il·lustració 31 Làmpada de taula Xiaomi

## Santa&Cole

Santa&Cole [37], similar a FaroBCN, és una empresa catalana dedicada a la fabricació de lluminàries de disseny. Els seus productes també són dissenyats per estudis de disseny i dissenyadors de prestigi. La qualitat es molt bona, superior a Faro i amb dissenys mítics dels anys 50 i 60.



*Il·lustració 32 Detall de característiques Santa&Cole*

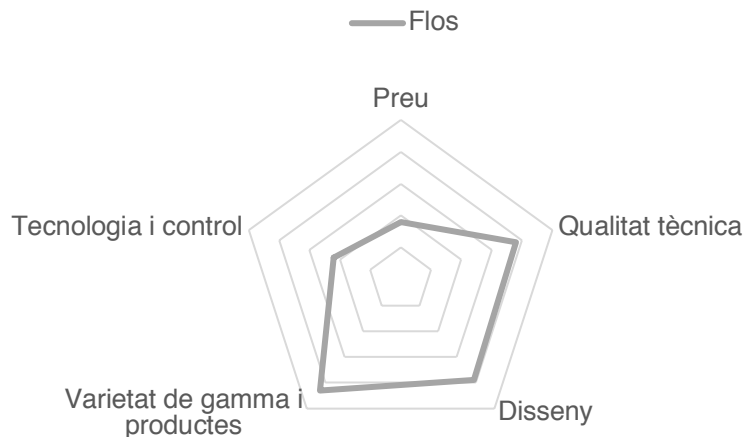
Tal i com passava amb FaroBCN, els productes son sense bombeta i proporcionades per l'usuari, sent una recomanació la llum càlida per la llar. Al ser làmpades reconegudes per un disseny icònic tenen un preu moderat. En quant a control, no destaquen per sobre la resta al tindre un control tradicional on/off amb un mecanisme físic.



*Il·lustració 33 Làmpades de taula Santa&Cole*

## FLOS

FLOS [38] és una marca italiana amb un disseny innovador i que vol trencar esquemes, però a l'hora elegant que inspira simplicitat i lleugeresa. Els productes són d'una gran qualitat i utilitzant sempre materials purs.



*Il·lustració 34 Detall de característiques Santa&Cole*

El preu és elevat, entre 300€ i 800€ per les llums de taula les quals presenten dissenys clàssics amb punts de modernor i inclús avantguardistes.

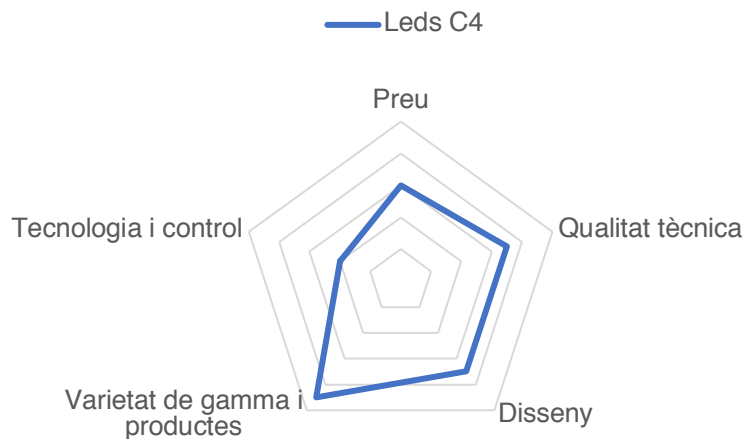
En quant a control, tots els productes tenen botó físic però es permet la regulació de la intensitat amb un dímer tàctil. A més a més, FLOS presenta una gran varietat de models, de fins a 32 làmpades de taula.



*Il·lustració 35 Làmpades de taula de FLOS*

## LedsC4

LedsC4 [39] és una empresa catalana dedicada a la fabricació de lluminàries interiors i exteriors. Els seus productes són dissenyats pel seu departament de disseny propi i dissenyadors amb prestigi. Tenen un bon preu amb una gran varietat de productes per cobrir diverses necessitats.



Il·lustració 36 Detall de característiques LedsC4

Els seus productes tenen un control on/off físic amb un regulador d'intensitat tàctil. El preu dels productes és moderat, entre 50€ i 500€ per les llums de taula. Tenen un ampli ventall de models, amb fins a 48 lluminàries de taula que presenten dissenys clàssics amb un punt de modernor i dissenys avantguardistes.



Il·lustració 37 Lluminària de taula LedsC4

### 2.2.3. Taula resum

Finalment i per tindre una imatge global, es presenta en una taula una valoració global de les marques amb tots els punts esmentat.

Fabricant	Diversitat <sup>10</sup>	Preu (€/€€/€€€)	Qual	Control <sup>11</sup>	Disseny
	<b>53</b>	€€	7	Tradicional	8
	21	€€€	8	Tradicional	<b>10</b>
	2	€	5	<b>Tradicional</b> <b>Aplicatiu (temperatura)</b> <b>Per veu (temperatura)</b>	7
	31	€€€	9	Tradicional Aplicatiu	8
	32	€€	<b>10</b>	Tradicional	<b>10</b>
	<b>48</b>	€€	7	Tradicional Tàctil (intensitat)	6
	5	€€€	<b>10</b>	<b>Tradicional</b> <b>Aplicatiu</b> <b>Gestual</b>	<b>10</b>

Taula 3 Taula comparativa de marques i característiques on es destaquen aquells punts de certes marques que són excepcionals

<sup>10</sup> Diversitat en quant a models d'il·luminació de taula

<sup>11</sup> Podent ser: tradicional(on/off físic), per aplicatiu, gestual , per veu o tàctil

## 2.3. Disseny conceptual de producte

Gràcies a l'estudi previ, des de la il·luminació, a un estudi més de mercat, tendències i tècnic, es pot començar a pensar en quin producte i com es vol que sigui el producte, sempre complint els reptes i objectius marcats a l'inici que són:

- Producte sostenible
- Personalitzable pel client
- Fàcil interacció amb l'usuari
- Il·luminació saludable i adaptable als diferents espais
- Viabilitat de producció, tant de producte com econòmica i comercialització

### 2.3.1. Elements d'inspiració

Resulta complicat plasmar en una memòria el procés pel qual es passa en el moment de dissenyar un producte. Per al disseny de la geometria d'aquesta làmpada, s'ha passat per varies fases i proves amb dibuixos i representacions tridimensionals CAD.

Tot i això, s'ha partit d'una base d'inspiració a partir de certs elements, que han marcat unes línies i tendències en el producte.

Per aquest en concret, es vol complir amb una geometria amb tendència vertical i cilíndrica, però sempre marcant un caràcter estable i ferm.

El que s'ha volgut transmetre, i els elements que s'han agafat d'inspiració remarquen una continuïtat en la forma, en la silueta, sense canvis bruscs, potser tallats en algun punt però la geometria global que transmeten i deixen entreveure són formes continues.



*Il·lustració 38 Elements d'inspiració*



També, i seguint amb el que s'ha explicat de la biofilia i les tendències d'aquests anys, es vol treballar amb geometries el més natural possibles que recordin a elements de la naturalesa i que utilitzin materials senzills.



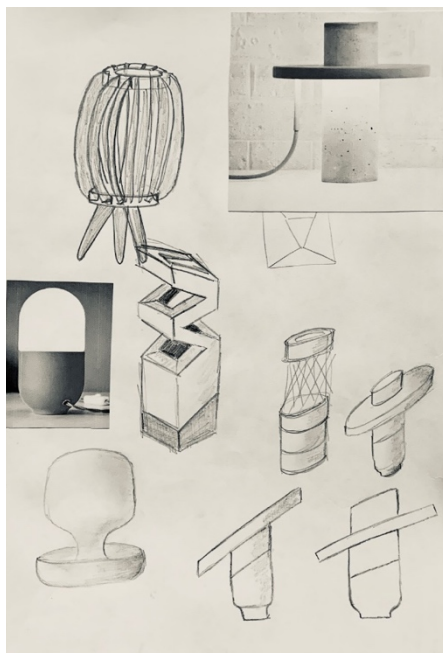
*Il·lustració 39 Element d'inspiració arquitectònic basat en elements naturals [40]*



*Il·lustració 40 Element d'inspiració arquitectònic basat en elements naturals [41]*

### 2.3.2. Esbossos

A continuació i en més detall a l'Annex, apartat Esbossos, es poden apreciar alguns dels esbossos de disseny per la làmpada del projecte. Aquí es presenten alguns dels dissenys més representatius de com s'assoleix el disseny final.



*Il·lustració 41 Esbossos inicials del producte previs a dissenys CAD*

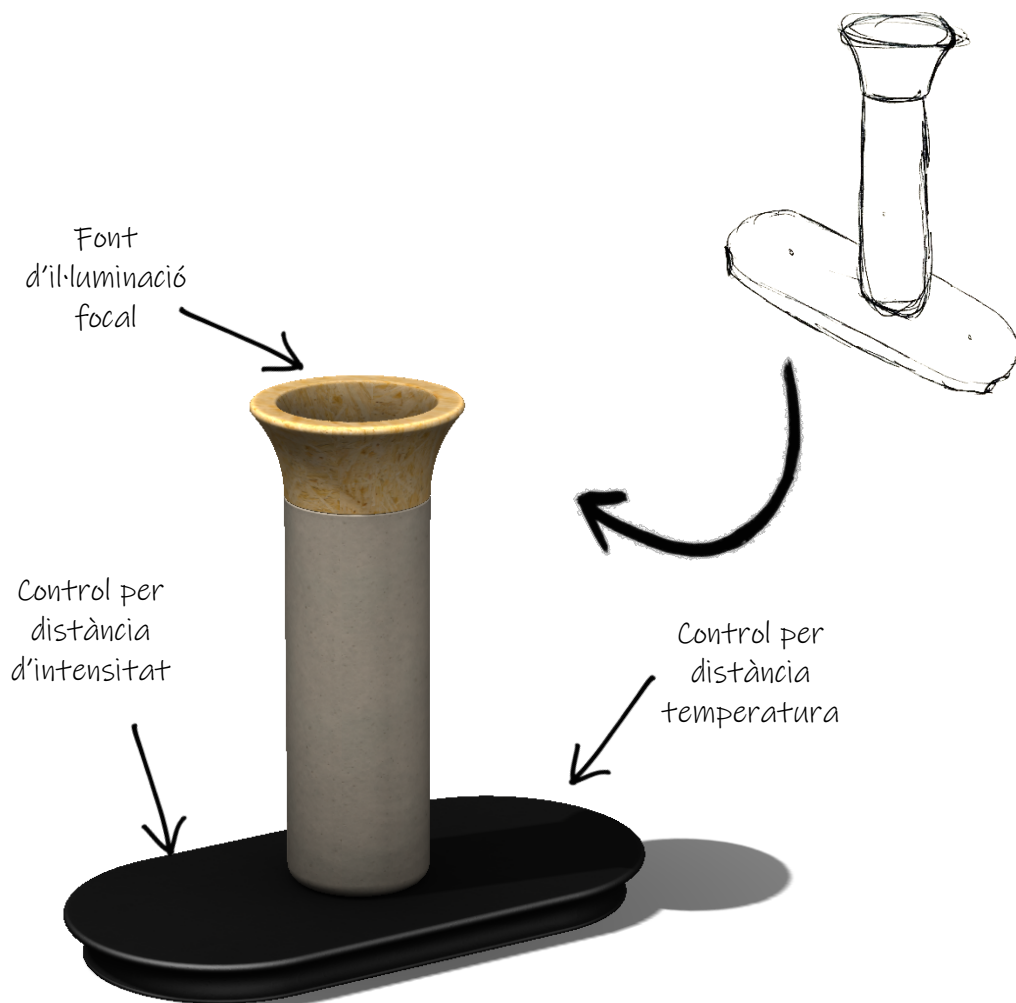
### 2.3.3. Dissenys 3D

Amb la realització d'esbossos a llapis i amb les línies ja més clares amb alguns dissenys prioritzats, es comença a dissenyar en més detalla alguns esbossos amb CAD per començar a visualitzar el producte final.

#### 1r disseny

El primer disseny s'inspira en una làmpada de peu pla i un cos que s'elevi verticalment en forma de cilindre de ciment amb una pantalla final de fusta.

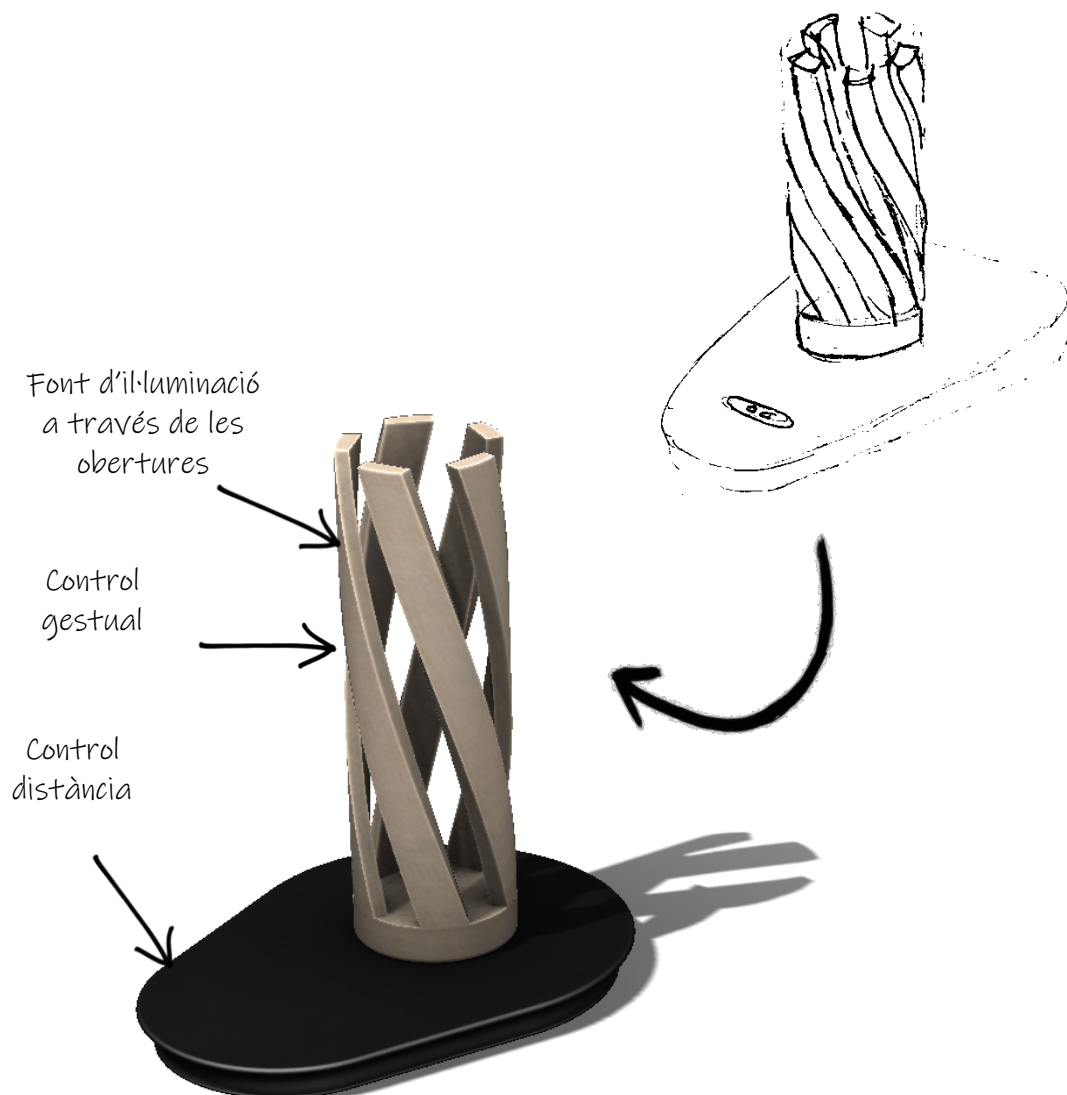
La base està pensada pel control gestual amb dos sensors de distància, un d'intensitat i un altre de temperatura, situat un a cada banda de la làmpada que es trobaria al centre.



Il·lustració 42 Esbós - CAD disseny 1

## 2n disseny

La segona proposta va ser la d'una làmpada de peu similar al primer disseny però amb una forma helicoïdal de 5 parts com a element vertical. També es presenten canvis a la base, i és que la làmpada estaria situada no al centre sinó a una banda de la base. Amb aquesta distribució, no hi ha suficient espai per dos sensors, i el que es volia proposar era un sensors de distancia a la base, i un gestual a una de les hèlixs verticals.

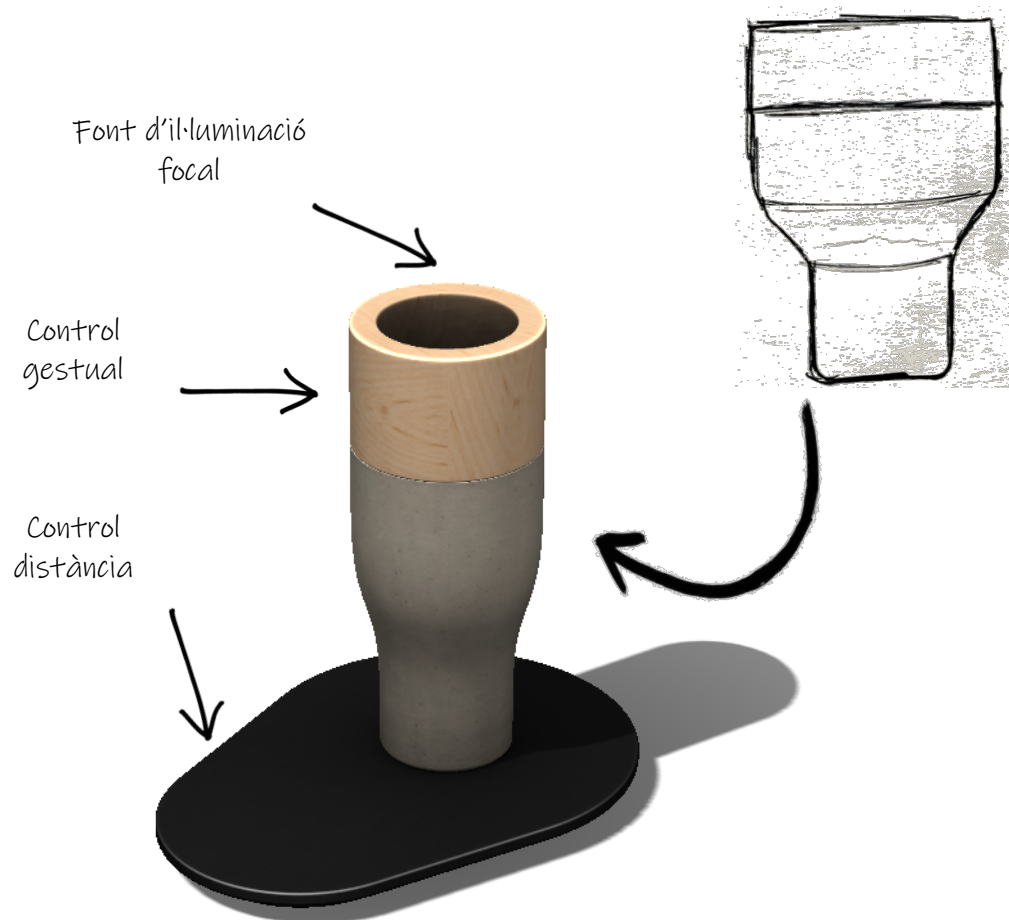


Il·lustració 43 Esbós - CAD disseny 2



### 3r disseny

Per aquest disseny es parteix de la segona proposta amb un cos que al pujar augmenta de diàmetre per acabar en una pantalla de fusta. En aquest cas la base segueix la mateixa lògica que en la proposta anterior a diferència que el sensor de gestos, s'ubica en la part superior de la làmpada, a la fusta.

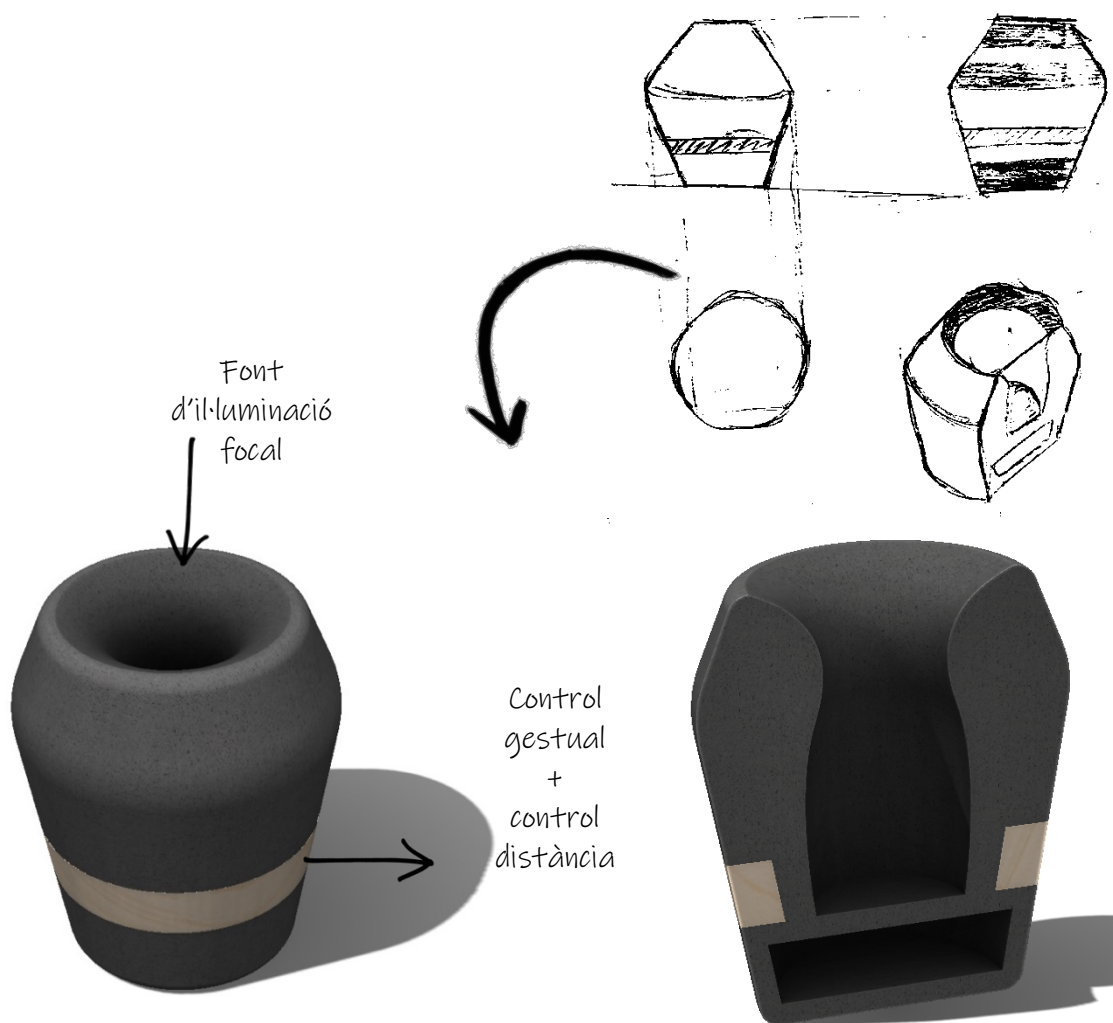


Il·lustració 44 Esbós - CAD disseny 3

## 4t disseny

Amb el quart disseny es va canviar una mica la línia seguida pels 3 anteriors i a diferència que dels altres dissenys, el peu desapareix deixant pas a un cos que puja en forma vertical augmentant el diàmetre del cilindre. Això ho fa fins arribar a la meitat, on a partir d'allà torna a disminuir breument el diàmetre.

Aquest disseny és obert per dins amb formes arrodonides i molt continuades perquè la sortida de llum sigui suau.



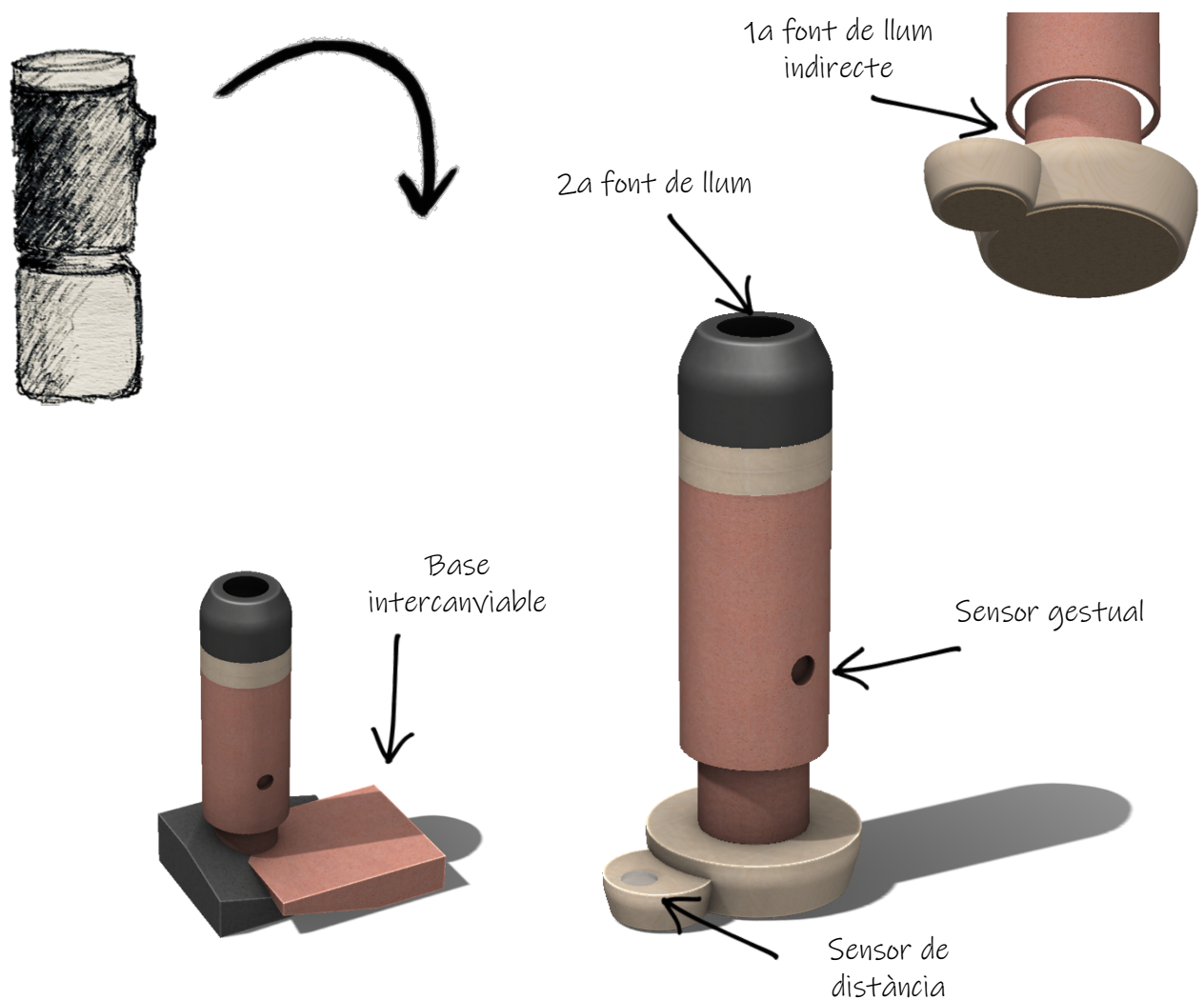
Il·lustració 45 Esbós - CAD disseny 4

## 5é disseny

Aquesta proposta de làmpada comença amb una base de fusta massissa (amb varis models i intercanviable) on s'incorpora un sensor de distància , i continua amb un cilindre vertical on es situarà el sensor de gestos. Per sota d'aquest, s'hi troba la primera llum indirecte.

Després apareixen dos elements a sobre, uns anells de fusta i finalment la pantalla, pensada per ser de diferents materials i intercanviable.

Aquest disseny va ser un dels primers considerats a ser els finals, però es va tirar en rere al veure la complexitat de la fabricació en els primers intents de prototipatge.

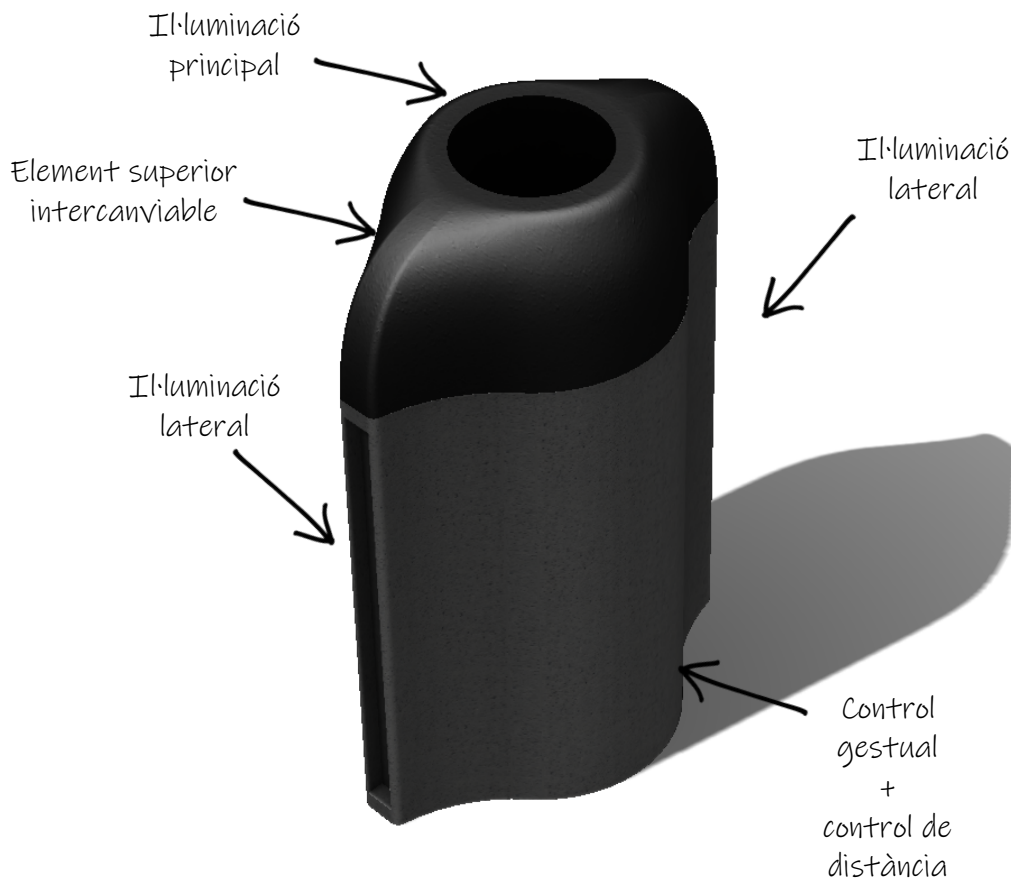


## 6é disseny

En combinació al 4t i 5è disseny, es va provar també la realització d'un nou concepte sense base, que consisteixi en una figura geomètrica rectangular, però amb el centre cilíndric.

En aquest concepte, la il·luminació es regularia pel cos de la làmpada, i aquesta il·luminaria a través de les sortides laterals i de la part superior de la mateixa làmpada.

Aquesta làmpada feta principalment de ciment, permetria també la combinació de diversos materials a la part superior, des d'elements metàl·lics, a fusta..



Il·lustració 47 Esbós - CAD disseny 6

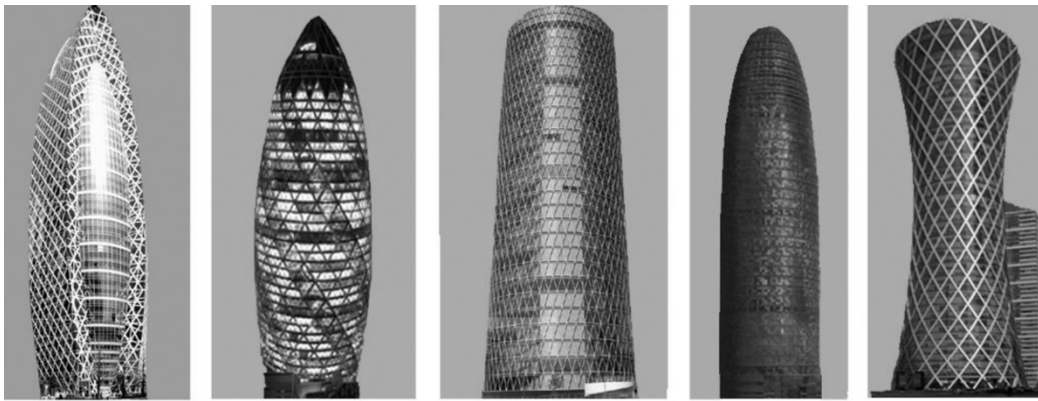


### Disseny final (7é disseny)

El disseny d'aquesta peça va començar amb un sòlid sencer de la geometria, amb la idea de treballar amb plans seriatos i donar d'aquesta manera una continuïtat en la forma sense ser un sòlid pesat.

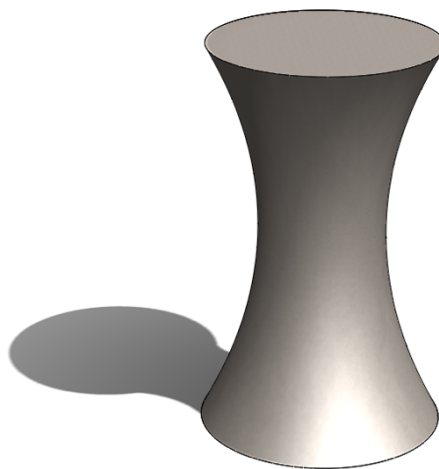
La idea era la de desenvolupar una lluminària sense base, que incorporés la font lumínica i els sensors necessaris pel seu control en l'interior, sense ser vistos.

Les geometries d'inspiració són naturals arquitectònics [42], com ja s'ha comentat anteriorment i el material principal és fusta, amb combinació de metacrilat.



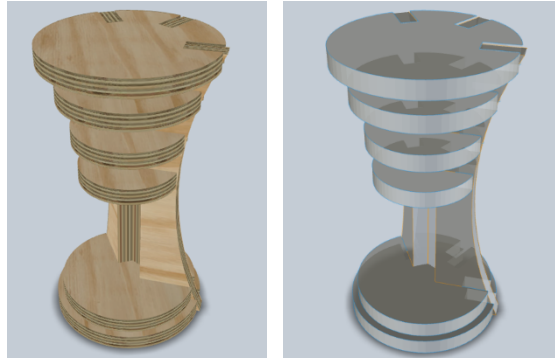
*Il·lustració 48 Edificacions arquitectòniques cilíndriques*

La geometria desitjada consisteix en un cilindre bicòncav que permeti no només guardar l'electrònica però també una projecció de llum en 360°, de forma suau i elegant.



*Il·lustració 49 Geometria desitjada per la làmpada*

Per tal de la projecció d'aquesta llum, es va pensar en la utilització de costelles verticals en diferents discs i plans, la idoneïtat dels quals va ser provada amb l'*Autodesk Sliceforfusion 360°*.



*Il·lustració 50 Proves de talls i materials en la  
làmpada per validar seccions , costelles i discs*

Amb aquesta idea , el disseny escollit pel projecte, consisteix en una làmpada la base de la qual està feta de fusta massissa i que incorpora tota la part electrònica<sup>12</sup> per fer-la no visible.

El cilindre puja verticalment on presenta de forma transversal en tota la secció vertical:

- dues costelles verticals exteriors que és on es situa el sensor de gestos
- una costella de metacrilat al centre de les dues costelles verticals , a forma de pantalla, que permet fer un efecte de reflex de la llum.

Continuant cap a munt, segueix amb 4 discos horitzontals:

- un primer disc on es situa un sensor infraroig de distància
- següent de dos discos buits per l'interior on es situen les tires LED
- acabant amb un disc superior amb acabat neutre.

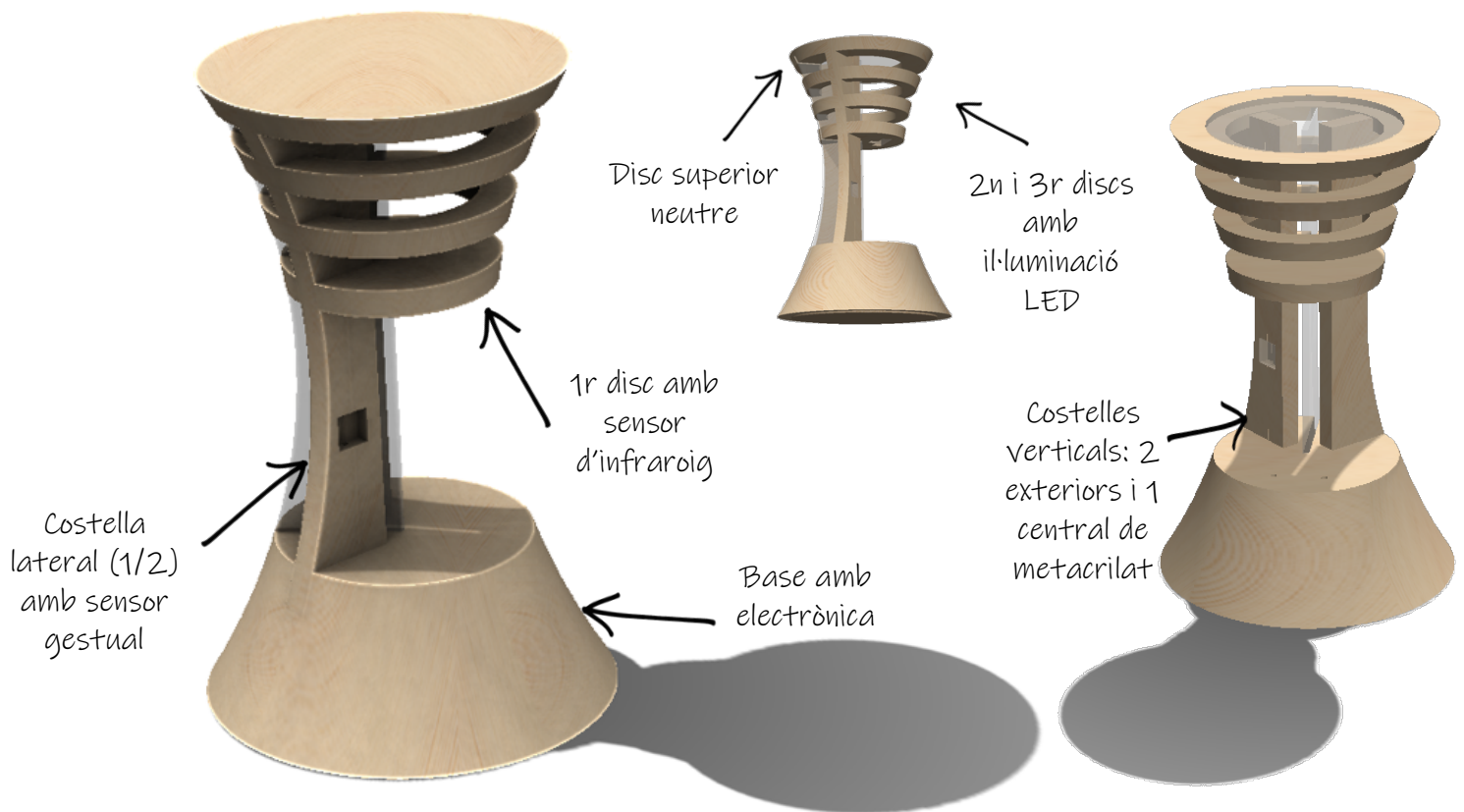
---

<sup>12</sup> Explicat en apartats posteriors, la part electrònica es compon de transformadors, placa base, arduino, resistències i transistors



*Il·lustració 51 Diferents dissenys conceptuals de làmpada definitiva*

Després dels dissenys conceptuals a paper i de tindre clara la disposició de tots els elements de la làmpada amb el *Slicer*, es presenta un primer CAD 3D de la peça en *Solidworks*, la composició de peces de la qual s'uneixen principalment per clàvies encolades i la pròpia ficció generada al encaixar les peces entre si.



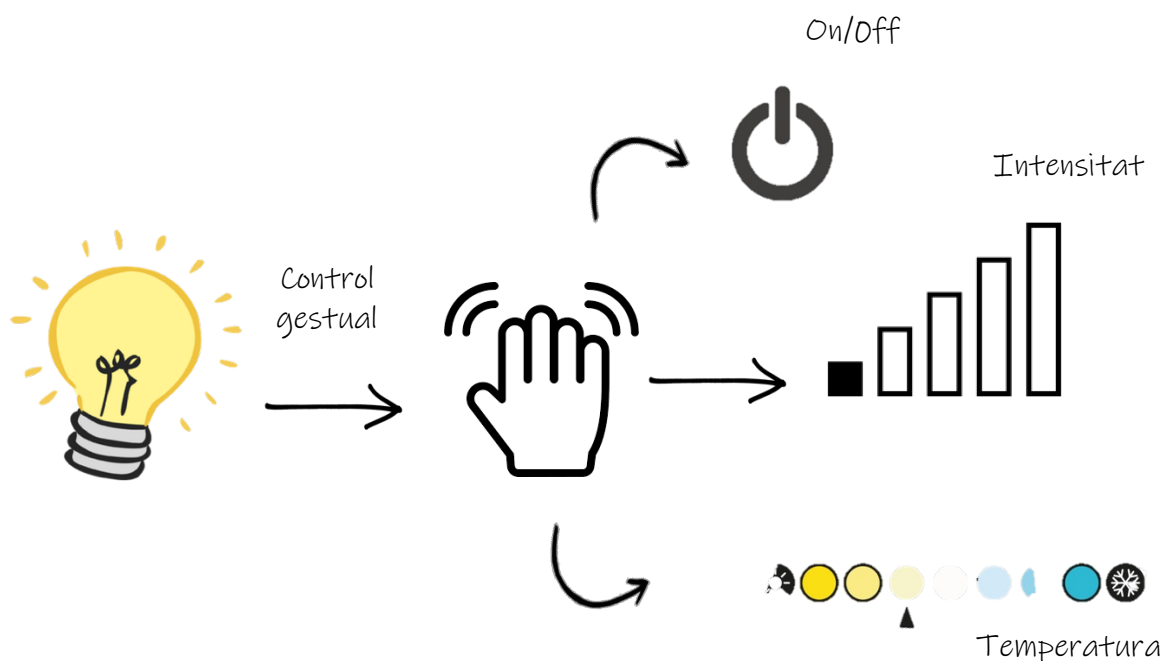
*Il·lustració 52 CAD 3D de concepte final de làmpada*

## 2.4. Control de la làmpada

Al llarg del treball ja s'ha estat parlant de “control” de la làmpada.

Ara toca definir què serà i en què consistirà el control de la làmpada, i és que control pot ser de moltes variables de la il·luminació , i aquest es pot dur a terme de moltes maneres diferents.

Per aquest producte s'ha decidit oferir un control gestual de les variables de la temperatura, intensitat i encès i apagat de la làmpada.



*Il·lustració 53 Variables amb control gestual a la làmpada*

Què és un control gestual?

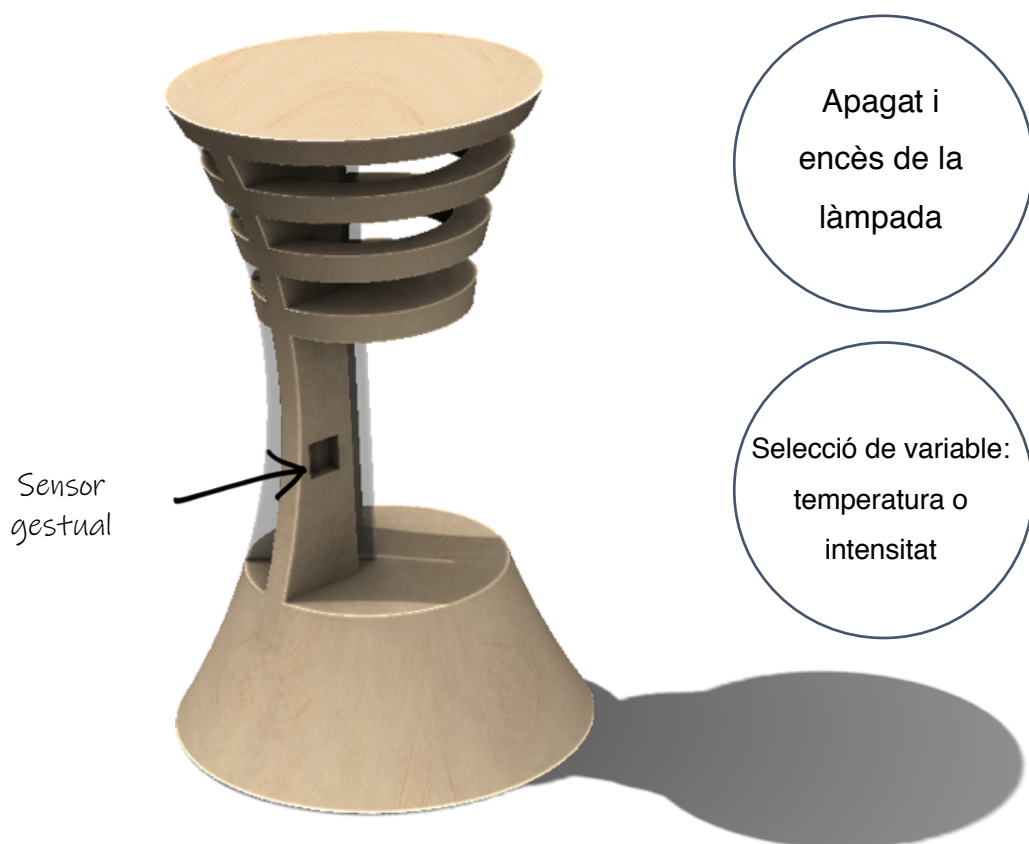
Com ja s'ha comentat, la làmpada incorporarà dos sensors, un de gestos i l'altre d'infraroig (distància) la combinació dels quals permetrà a l'usuari jugar amb:

- L'encès i apagat de la làmpada
- Variar la intensitat dels valors mínims als màxims
- Variar la temperatura de la il·luminació de la làmpada entre rangs freds i càlids, passant per colors neutres

La idea principal en la que es basa el control gestual és que a través de la combinació de 3 gestos i 2 sensors, es puguin controlar les 3 variables en totes les combinacions i possibilitats que això implica.

Com?

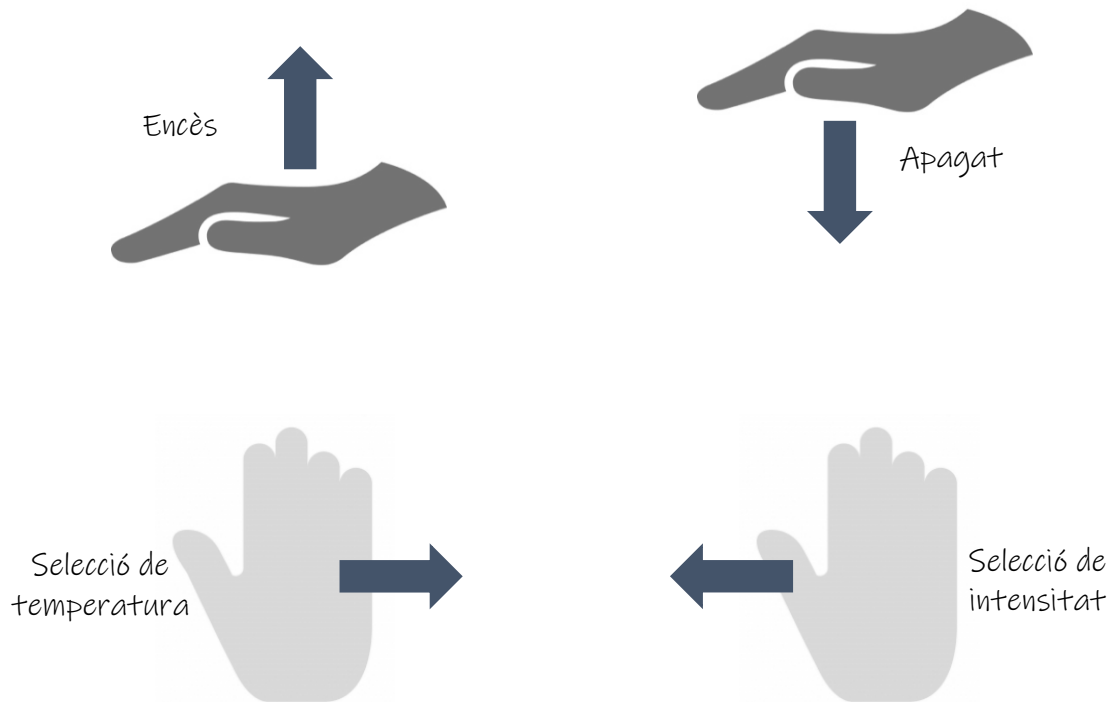
La làmpada es compon d'un sensor lateral gestual. A través d'aquest sensor l'usuari podrà controlar amb moviments verticals i horitzontals :



*Il·lustració 54 Control del sensor gestual*

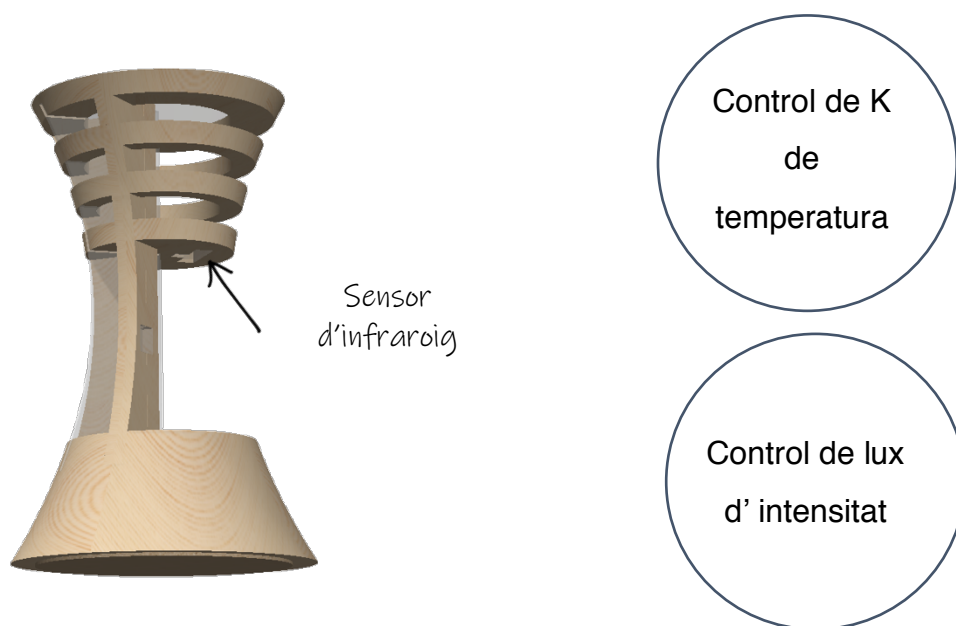
De manera que l'usuari podrà:

- Encendre la làmpada amb un moviment ascendent
- Apagar la làmpada amb un moviment descendent
- Selecció de variable temperatura, moviment horitzontal cap a la dreta
- Selecció de variable intensitat, moviment horitzontal cap a l'esquerra



*Il·lustració 55 Possibilitat de control gestual amb 2 moviments: vertical i horitzontal*

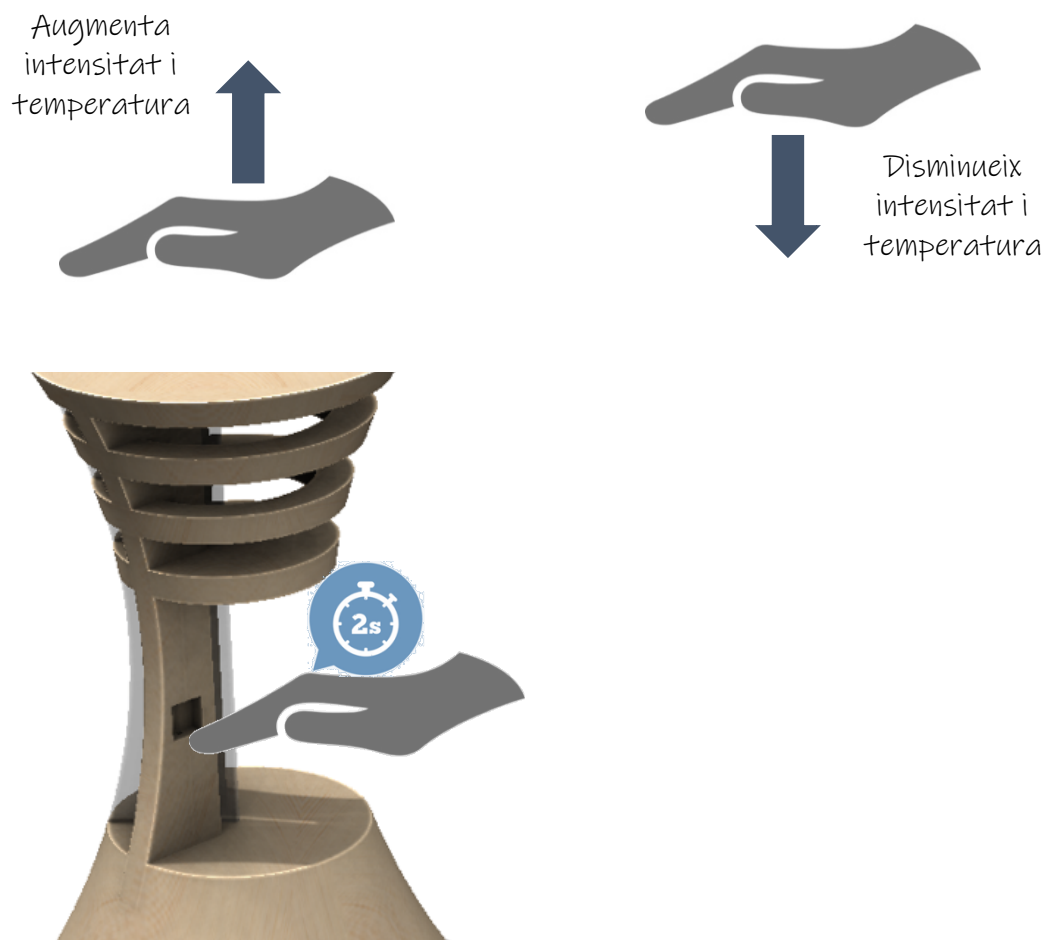
Un cop escollida la variable a regular, ara toca per això saber com pot l'usuari controlar el valor d'intensitat i el valor de temperatura per la il·luminació. És aquí on entra en joc el segon sensor, el sensor d'infraroig (distància) que permetrà amb un moviment de la mà vertical, la definició del valor que es vulgui per aquella variable.



*Il·lustració 56 Control de sensor d'infraroig*

El moviment amb el qual es controlaran aquests paràmetres, i un cop escollida la variable que es vol programar, consistirà també en un moviment ascendent o descendent ja que estarem regulant a través de la distància de la mà amb el sensor de distància.

Aquí hi haurà una particularitat i és que l'usuari, un cop tingui escollit el valor que vol deixar per la il·luminació, haurà de mantindre la mà en aquella posició uns pocs segons per a que la làmpada es quedi en aquell valor de forma fixe.



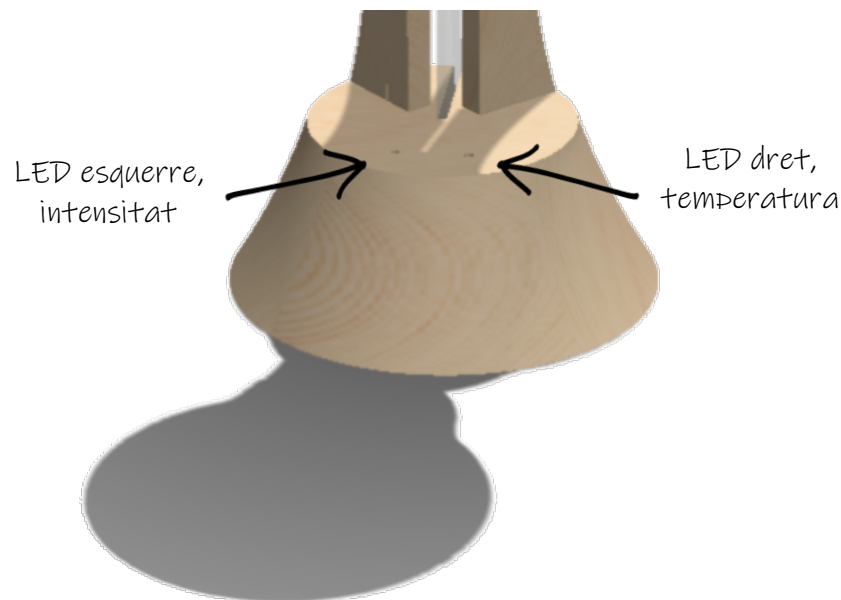
*Il·lustració 57 Possibilitat de control gestual amb moviment vertical i estat fixe*

En cas que l'usuari, un cop la làmpada tingui valors fixes, vulgui tornar a canviar-ne cap, només ha d'utilitzar el moviment horitzontal dreta o esquerre amb el sensor gestual, per tornar a seleccionar la variable i posteriorment amb el sensor de distància definir el valor desitjat.

Un punt important a destacar és que la làmpada, un cop encesa, es posa per defecte en estat de configuració de temperatura, amb una intensitat per defecte del 50% de la seva intensitat màxima.

Això és així perquè s'ha decidit així per facilitar l'elecció de color primer un cop s'encén la làmpada, i després configurar la intensitat.

Es considera important a destacar, que gràcies a proves de control amb usuaris, s'ha pogut identificar també una necessitat de producte i d'experiència d'usuari que consisteix en la col·locació de dos LEDs indicadors en la base de la làmpada, que inicialment no estaven considerats en el disseny.



*Il·lustració 58 LEDs indicadors a la base*



La funció principal d'aquests LEDs<sup>13</sup> serà la d'indicar l'estat de la làmpada.  
Entenent per estat, si la làmpada es troba:

- ☐ ☐ Làmpada sense endollar i apagada o encesa amb paràmetres ja regulats
- ☒ ☒ Làmpada endollada i apagada
- ☒ ☐ Làmpada encesa a la espera de regulació de la intensitat
- ☐ ☒ Làmpada encesa a la espera de regulació de temperatura

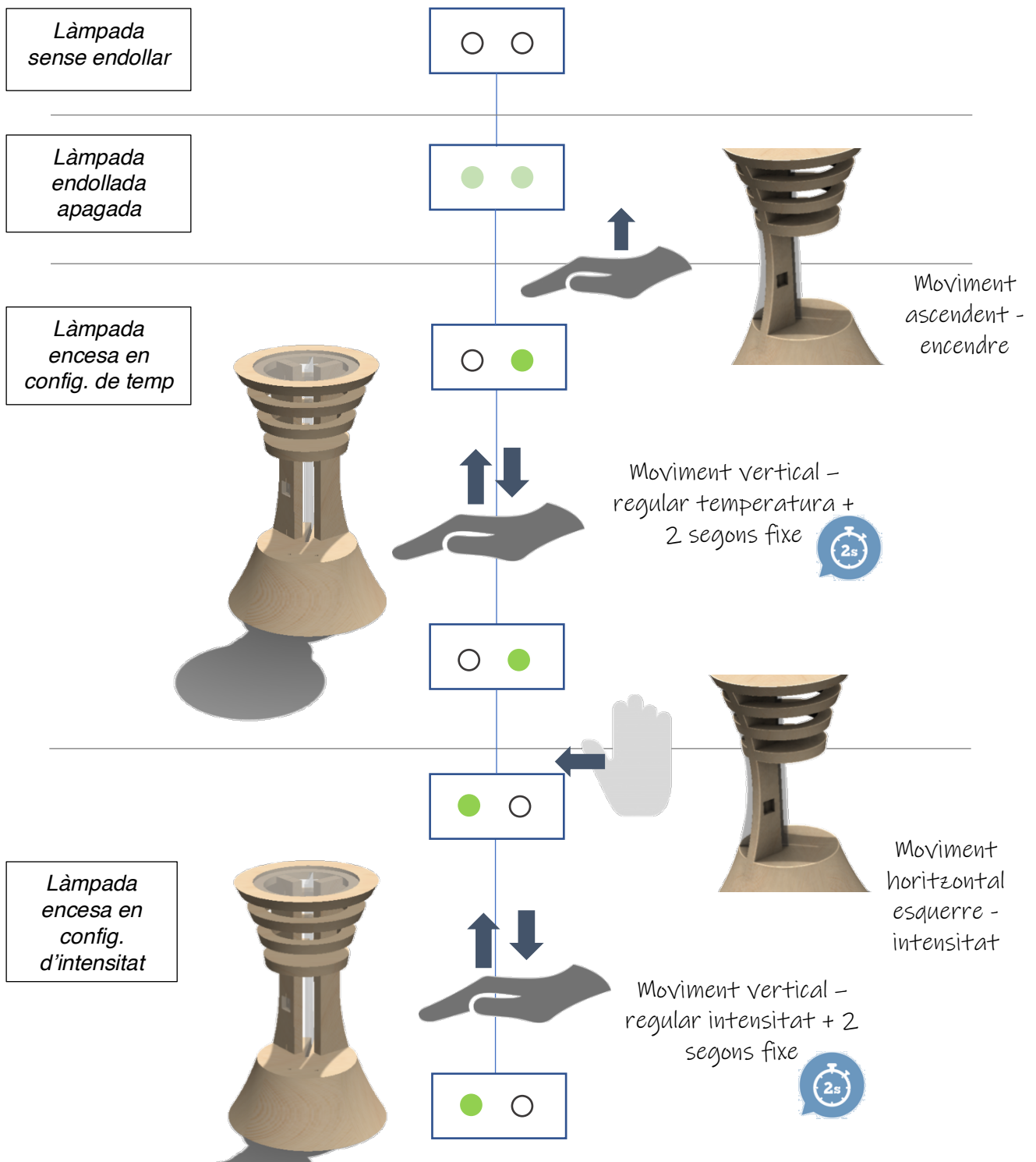
*Il·lustració 59 Estats de la làmpada indicats amb LEDs*

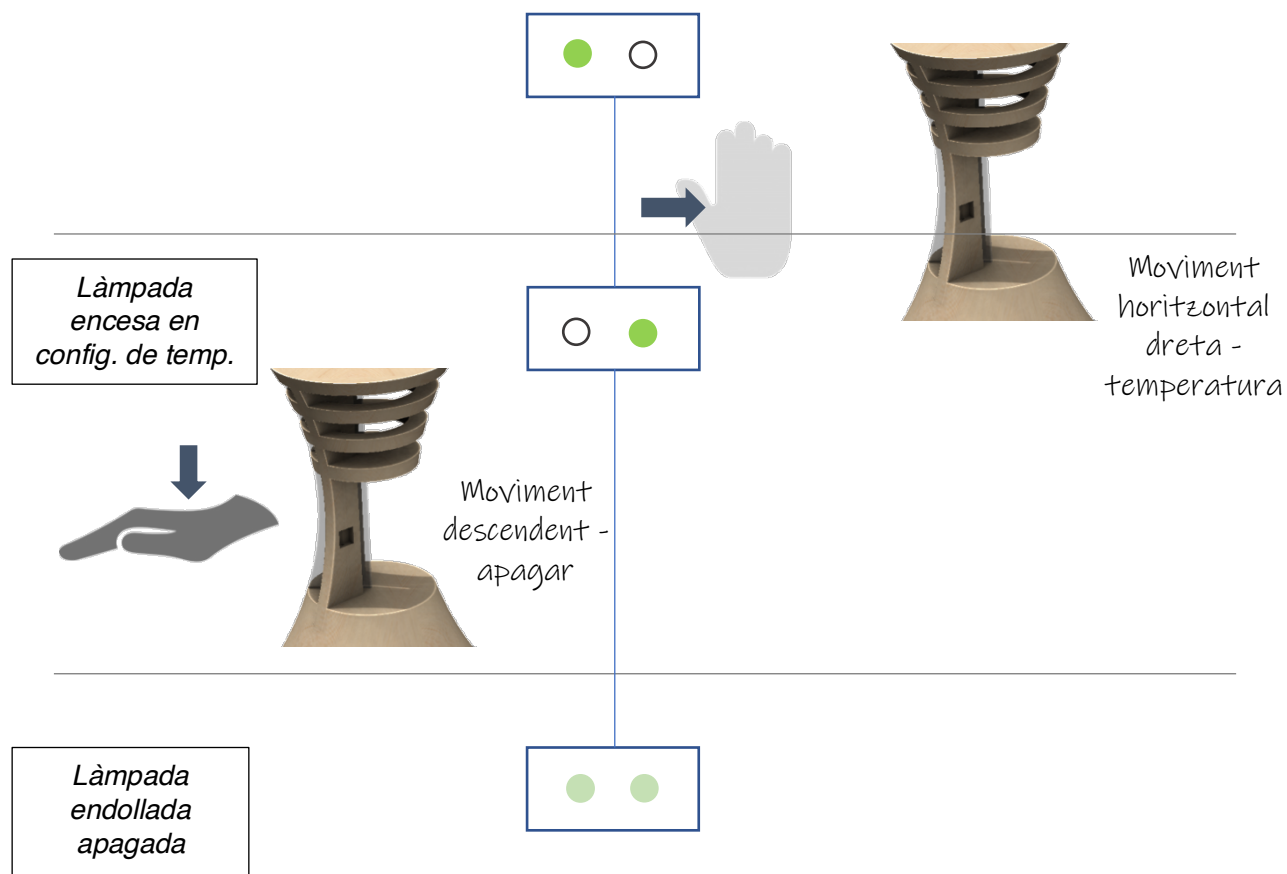
A continuació i pas per pas en un diagrama de flux <sup>14</sup>, es presenta com a través dels dos sensors i del control gestual es poden variar aquests 3 paràmetres de la làmpada.

---

<sup>13</sup> El LED es presenta verd en aquesta memòria, podent ser qualsevol color en el producte final sent inclús personalitzable pel client

<sup>14</sup> Aquest diagrama mostra una possibilitat de control, hi ha més combinacions possibles que es podrien exemplificar.





Il·lustració 60 Diagrama de funcionament làmpada

## 2.5. Circuits elèctrics i electrònics

### 2.5.1. Electrònica

Darrera el funcionament explicat, hi ha una electrònica que permet la il·luminació i el control.

Al final, la làmpada no es compon per res més que: tires LED<sup>15</sup>, dos sensors, un gestual i un d'infraroig de distància, i un Arduino nano que permetrà el control i l'execució d'ordres per la làmpada.

#### Temperatura e intensitat

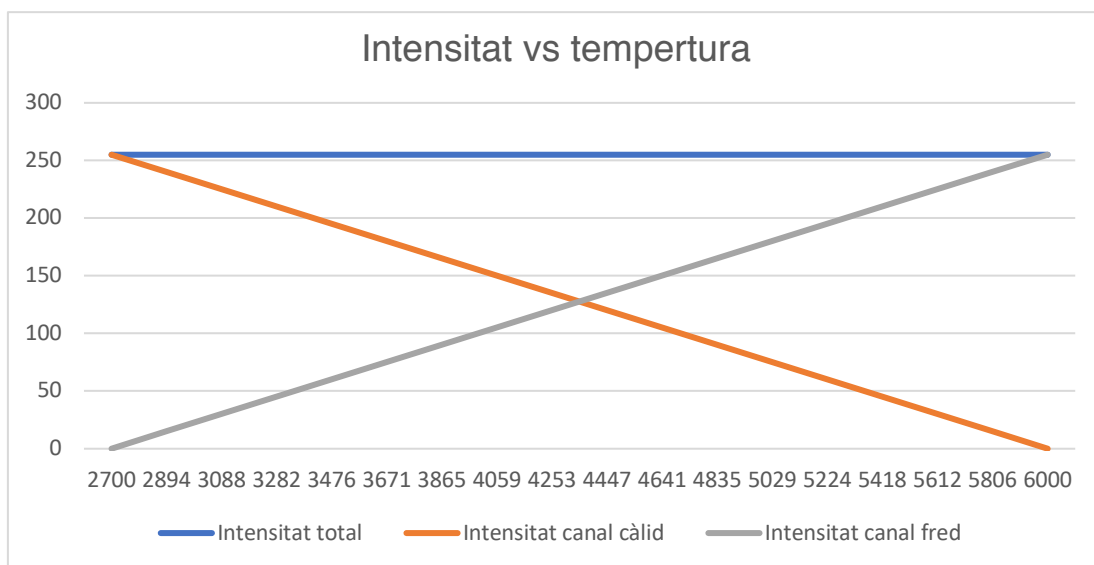
És primordial pel funcionament de la làmpada entendre el funcionament de la tira LED adquirida.

Per fer que la làmpada arribi a cadascun dels dos extrems possibles de temperatura oferts per la tira de LED (2700K i 6000K) , hi ha un problema i és que això comprometria la intensitat d'il·luminació de la làmpada, que aniria de 0 a 250.

Per exemple , en el punt més càlid d'il·luminació, que són 2700K, el LED fred estarà apagat en tota la tira LED i per tant la intensitat d'il·luminació disminuirà.

---

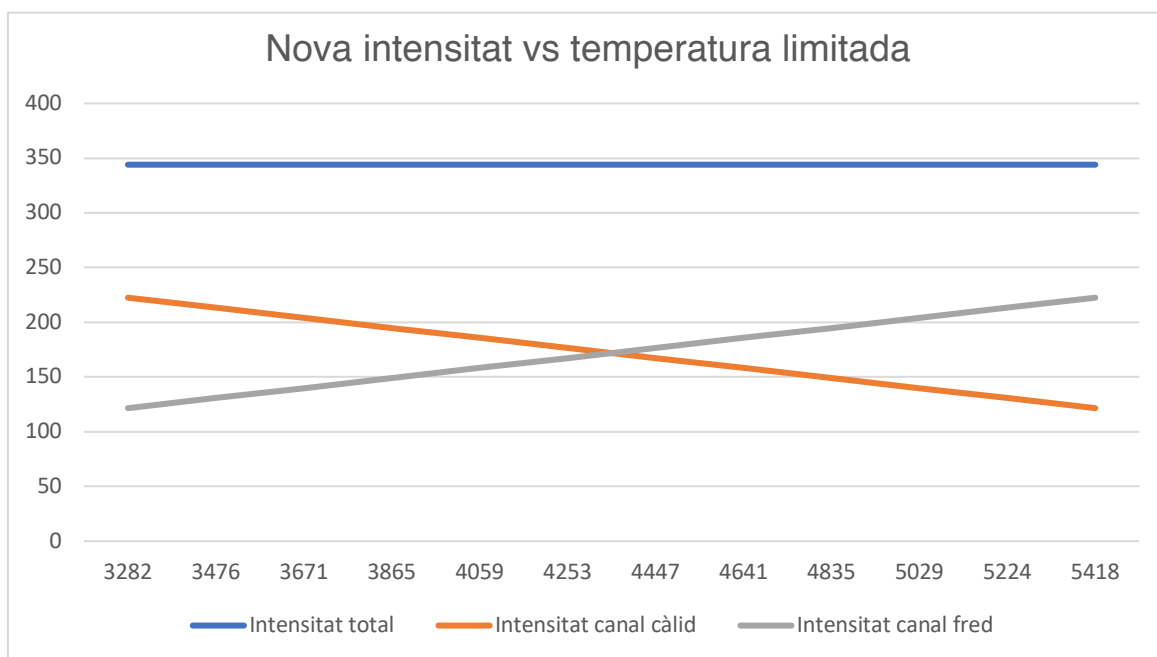
<sup>15</sup> Els LEDs utilitzats funcionen de manera que per donar un rang entre 2700K (càlid) i 6000K (fred) el que fan es compensar dos LEDs diferents. És a dir, la tira de LEDs està composta per 2 LEDs diferents en cada punt d'il·luminació, un d'aquests LEDs és càlid, i l'altre és fred. Per tant, mitjançant el control d'aquests dos LEDs independents es pot omplir un espectre molt ampli de temperatures.



*Il·lustració 61 Canvi d'intensitats segons temperatura d'il·luminació, s'observa que en els extrems, la intensitat és quasi nul·la.*

Per tant, s'han de limitar els extrems de temperatura per no sacrificar intensitat d'il·luminació. Tot i aquesta limitació, la làmpada seguirà comptant amb un gran rang de temperatures que perfectament s'adaptin a infinitats d'ocasions.

És per això que finalment, es programa la làmpada per tindre la màxima intensitat entre els dos canals a 344 punts i la mínima a 36 punts.



*Il·lustració 62 Pèrdua de rang de temperatura amb increment d'intensitat d'il·luminació total*

## PWM

Vist i entès tota la lògica de control per gestos, i la complexitat en la regulació de temperatura e intensitat, és comprensible pensar en que ha d'haver-hi un processador que controli tots aquests processos. És per això que pel funcionament de la làmpada s'utilitza ( a mode de prototip ) un Arduino ,que funciona alimentat amb un voltatge de 5V, al qual se li sumen diferents elements electrònics que permeten que l'Arduino es comuniqui amb el circuit de 24V constant de les tires LED.

Per al control, l'Arduino incorpora sortides PWM<sup>16</sup> (modulació per amplada de polsos) que permet d'una forma molt ràpida encendre i parar la senyal en un cicle de treball.

$$D = \frac{\tau}{T} * 100\%$$

on:

*D= cicle de treball*

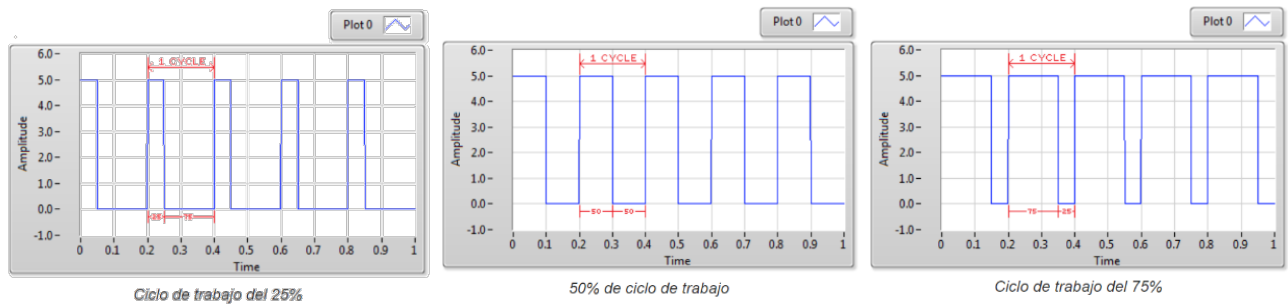
*$\tau$  = temps en que la senyal està activa*

*T= Període o temps total de la senyal*

Cadascun d'aquests cicles de treball, representa el 100% d'una unitat de temps. Si per exemple el cicle de treball està encès la meitat del temps, estant l'altre meitat sense emetre senyal, aleshores es parla d'un treball del 50% veient com a resultat una potència del 50% a la màxima [43] [44] [45].

---

<sup>16</sup> La modulació per amplada de polsos d'una senyal o Font d'energia és una tècnica en la que es modifica el cicle de treball d'una senyal periòdica per transmetre informació o controlar l'energia enviada [53] [45].



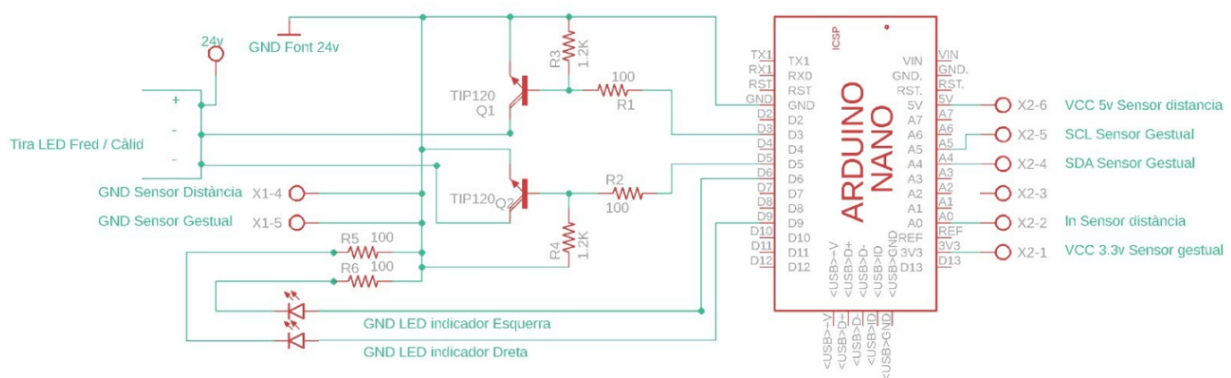
Il·lustració 63 Exemples de Cicles de treball al 25%,50% i 75%

## Circuit electrònic

Amb tot això clar i en vistes de la fabricació del prototip, es pot començar a pensar en muntar el circuit electrònic amb els components esmentats.

Es tracta d'un circuit de 24V constant que alimenta la tira de LED i que està controlat per l'Arduino Nano que treballa a 5V. El mode de control de l'Arduino és a través de PWM, i funciona obrint i tancant el circuit intermitentment per controlar la senyal de cada canal, fred i càlid.

A més a més, són necessaris també un transistor (model Darlington TIP120 NPN), que permet obrir i tancar el circuit de 24V amb una petita senyal com és la sortida PWM de l'Arduino NANO<sup>17</sup> i un seguit de resistències pel seu correcte funcionament.



Il·lustració 64 Esquema del circuit integrat

<sup>17</sup> L'Arduino NANO és un model d'Arduino més petit que el tradicional, molt més idoni per la fabricació del producte en qüestió gràcies a la petita mida que el permet cabre en més espais.

## Components electrònics

Per triar cada component, s'han realitzat els següents càlculs seguin la llei d'ohm:

$$P = V \times I$$

Les especificacions de la tira LED indiquen un consum de 12W/m. Al utilitzar 0,6m es parla d'un consum de 8W.

$$8 = 24 \times I$$

$$I = \frac{8}{24} = 0,3A$$

Per tant, es té una intensitat de 300mA per 0,6m.

$$I_{max} = \frac{5 - 0,2}{100} = \frac{4,8}{100} = 48mA$$

Els pins de l'Arduino treballen amb una intensitat mitjana de 40mA.

És per això, que s'utilitzaran resistències de 100ohms per connectar la sortida d'Arduino PWM amb la base del transistor. S'utilitzarà també una resistència de 1,2 kohm per unir la base del transistor amb el GND.

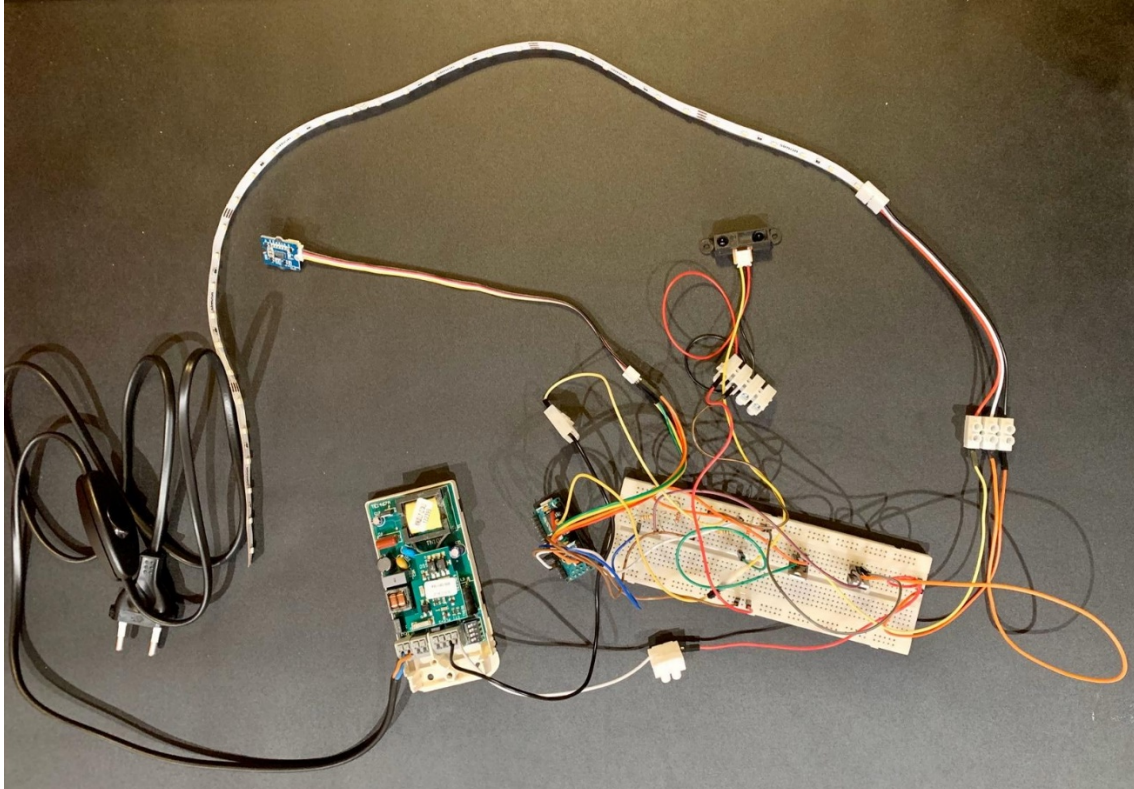
Les resistències tenen un valor normalitzat que garanteixen el correcte funcionament del circuit.

En més detall, s'adjunten a l'Annex Components electrònics el llistat de components necessaris per la construcció del circuit electrònic de la làmpada.



## Resultat del circuit connectat

Un cop realitzat l'esquema del circuit i tots els components necessaris (excepte la placa del circuit integrat) es hora de connectar tots els elements amb cablejat electrònic i una placa foradada per les connexions.



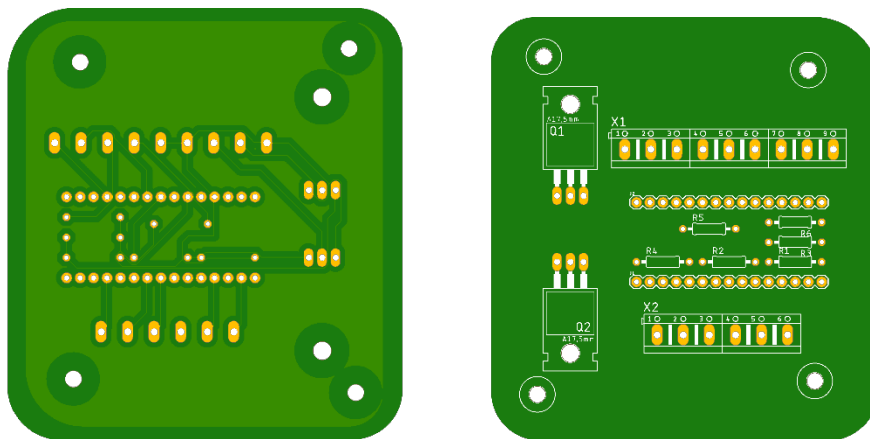
*Il·lustració 65 Circuit electrònic muntat amb tots els components*

## Esquema de l'electrònica i PCB

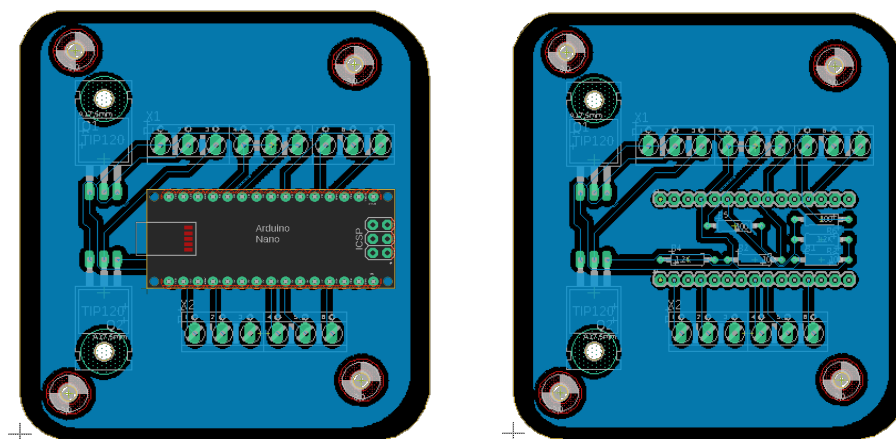
L'únic element que per recursos no s'ha fet físicament tot i que si que s'ha desenvolupat teòricament, és la placa PCB.

El disseny de la PCB s'ha realitzat amb *Autodesk Eagle*. Com es pot observar, s'apliquen en línia els forats per poder inserir l'Arduino NANO, optimitzant d'aquesta manera l'espai i el muntatge.

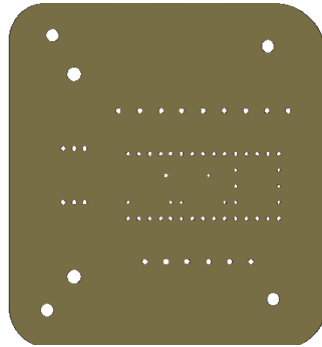
Gràficament quedaria així, portant el circuit integrat a una sola cara per la simplicitat de les seves connexions.



Il·lustració 66 A l'esquerre cara inferior, a la dreta cara superior



Il·lustració 67 Disseny de la placa integrada amb l'Arduino Nano inserit



*Il·lustració 68 Disseny dels forats de la PCB*

Com ja s'ha explicat, no és un component que s'hagi desenvolupat físicament en aquest projecte i és per motiu de costos i viabilitat.

La fabricació d'una única PCB com aquesta té un cost molt elevat ja que per fabricar-ne una, utilitzen tota una planxa, i en sortiren 400/500 unitats. I evidentment, s'hauria de pagar tota la planxa. És a dir que fer una única PCB té el mateix cost que fer-ne quasi 500.

En referència als costos concrets pel projecte, s'ha consultat a una empresa de Barcelona [46] que es dedica a fer plaques integrades. El preu per fer la placa (1 unitat) estaria al voltant dels 85€ amb un termini d'entrega de 17 dies.

Evidentment si aquesta producció és portada a una escala de centenars o milers d'unitats el cost per unitat de cada placa disminuiria. En el cas de produir 500 unitats d'aquest model i amb aquesta empresa, el cost unitari seria de 3,36€.

Com que no resultava un preu econòmic no s'ha considerat la fabricació, però sí el desenvolupament del component tal i com es mostra en els esquemes.

En conclusió a l'electrònica, aquest treball es realitzarà amb cablejat i una placa foradada.

### *2.5.2. Programació*

Pel funcionament de la làmpada, no només s'ha desenvolupat una part electrònica sinó que també s'ha treballat en una part de programació que permeti la regulació i el control de tots els elements electrònics.

S'adjunta a l'Annex el programa complet amb comentaris de com funciona i què fa cada part del programa.

## **2.6. Prototips físics**

### *2.6.1. Elecció de disseny segons prototip*

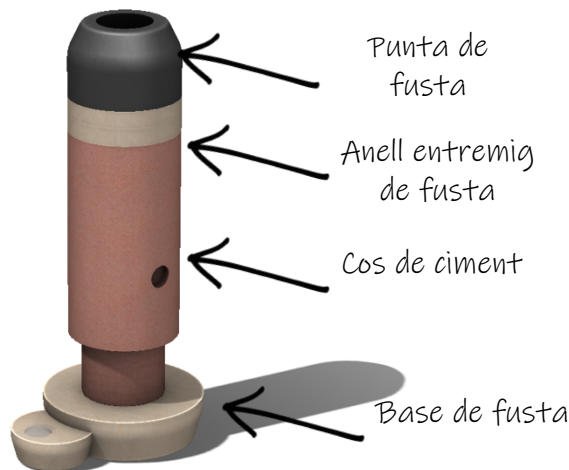
Un dels principals objectius d'aquest treball és la realització d'un prototip de làmpada que permeti validar , d'entre altres, 3 punts fonamentals del producte:

- Il·luminació
- Disseny
- Interacció amb l'usuari

En aquest apartat del treball es presenten les diferents proves de concepte i fabricacions que es van fer dels models proposats.

## 1a prova – Disseny 5

El primer concepte que es va voler provar la fabricació va ser el 5è disseny que recordar és:



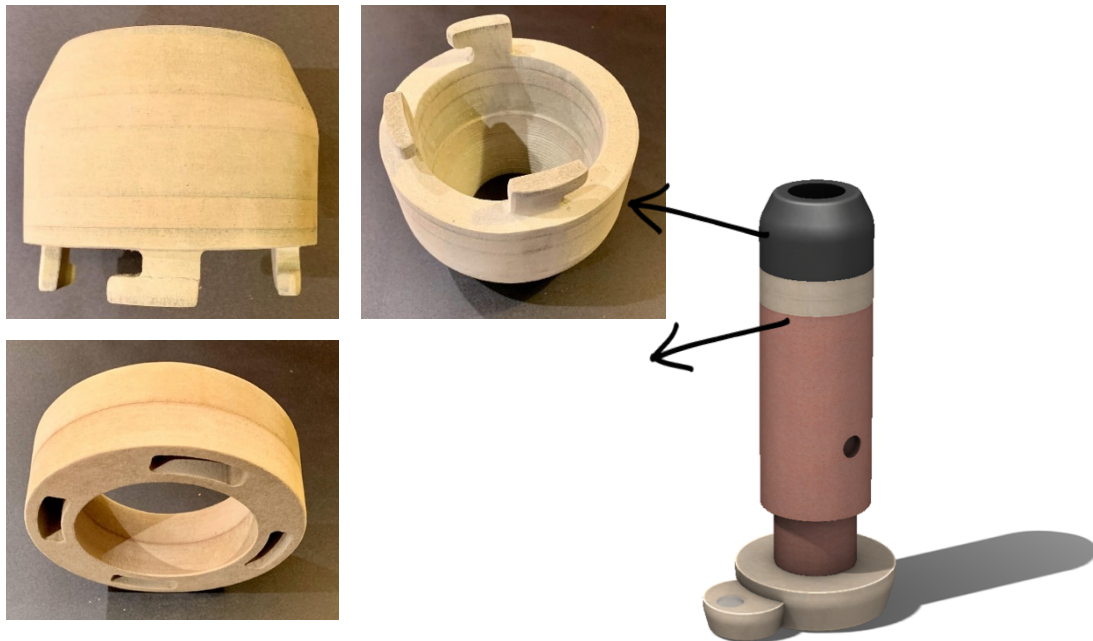
Il·lustració 69 5è disseny i concepte de làmpada

Aquest concepte de làmpada està compost per una base de fusta amb un cos cilíndric de ciment. A la punta d'aquest cos cilíndric es troba una anella de fusta, fixe a la làmpada, i una última part també de fusta (en el concepte) que podria ser intercanviable.

La fabricació de base i cos cilíndric no tenen complexitat alguna, sent les peces de la part superior les que necessiten una fabricació més complexa.

La unió entre aquestes peces seria de fabricació senzilla, amb un mecanitzat de 3 eixos.

En canvi, la punta, es valida com una peça de fabricació més complicada, no només pel fet de necessitar 5 eixos de mecanització sinó que també per la geometria corba de la peça i el gruix de les parets per la qual no s'ha trobat cap maquinaria capaç de fer. Sumant el fet que els encaixos amb la base (anell) són molt fràgils i propenses a trencar-se, no complint per tant el requeriment pel que estan construïdes.



Il·lustració 70 Fabricació de peces de fusta pel prototip inicial

És per aquest motiu que es decideix tirar enrere aquest disseny degut a la complexitat i complicació de realització d'algunes de les peces de la làmpada, que implicarien una producció difícil i poc eficaç, a la par de costosa.

### 2a prova – Disseny final

Finalment i com ja s'ha avançat en punts anteriors de la memòria, el disseny escollit és:



L'elecció d'aquest disseny com a disseny definitiu es basa en part pel disseny de la làmpada però també per com s'ha vist la fabricació del prototip a nivell de complexitat.

### 2.6.2. Fabricació

Per començar, la làmpada està fabricada de materials senzills, que són la fusta i el metacrilat, amb un afegit a la base que consisteix de 4 mm de suro que permet funcionar com a punt de contacte amb la superfície on s'ubica la làmpada amb les avantatges que això suposa. Tots aquests materials son fàcils de treballar i obtenir.

#### Fusta

Pel prototip s'ha utilitzat MDF hidròfug de 16mm per les peces de fusta. El MDF és un material fet a partir de fibres de fusta. La utilització d'aquest material ve donada per tema de costos, ja que resulta molt més econòmic utilitzar MDF que fusta massissa. A més a més i sempre tenint la sostenibilitat en ment, tot el material de fusta utilitzat per la fabricació del prototip és considerat com sobrants de fàbrica<sup>18</sup>.

Per una banda el MDF s'ha tallat amb CNC de 3 i 5 eixos.

Aquestes peces i en el disseny final escollit resulten de molt més fàcil fabricació, a diferència que amb els primers prototips intentats.

Els anells i costelles de fusta s'han pogut realitzar amb CNC de 3 eixos. La peça que ha resultat de major complexitat a l'hora de fer la fabricació és la base de fusta , que ha necessitat 5 eixos i més temps.

Per a més informació, s'adjunta al document DRAWINGS, els plànols de cada peça fabricada.

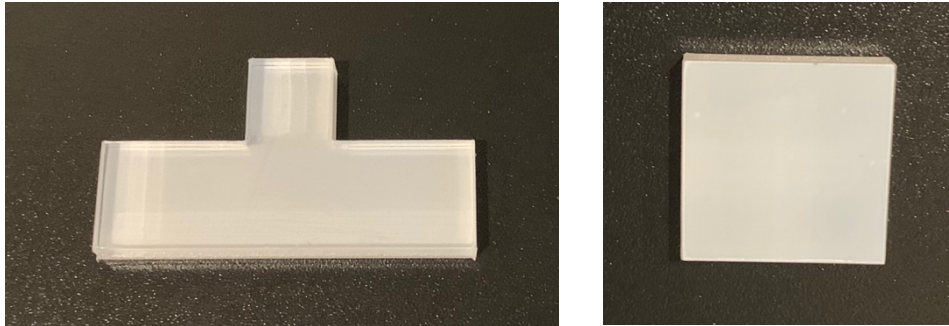
---

<sup>18</sup> Les peces de fusta, ta i com es comenta en els agraïments, han estat proporcionades i fabricades a Mecakim



## Metacrilat

En quant a la peça de metacrilat, ha resultat una peça senzilla de fabricar a partir de tall làser.



*Il·lustració 71 Peces dels sensors tallades amb metacrilat*

## Mecanitzats CNC

Com s'ha anat comentant anteriorment en el treball, les peces de fusta es fabriquen en una màquina de mecanització controlada per control numèric, en concret la màquina *HOMAG CENTATEQ P-110 CNC Machining Centers*, que inclou mecanitzats de fins a 5 eixos [47].

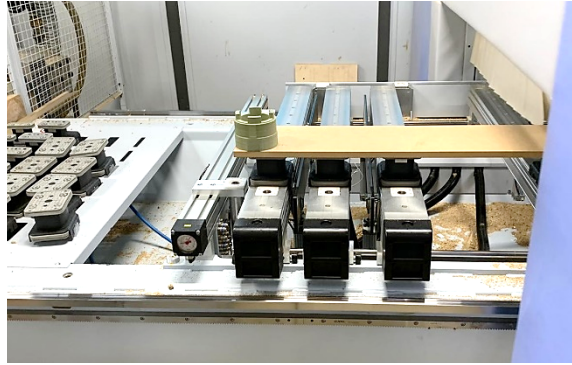


*Il·lustració 72 Homag Centateq P-110 CNC*

Aquesta part s'ha pogut dur a terme gràcies a un professional de mecanització CNC.

Sobre les peces CAD 3D, amb el programa *mastercam* s'han creat els programes de mecanització per control numèric. A l'annex s'adjunten algunes imatges de la mecanització.





*Il·lustració 73 Mecanització de peça amb CNC 5 eixos*

No s'adjunten en la memòria ni els annexos, però si en una carpeta Drive compartida, els enllaços amb els arxius de codi necessaris per a realitzar el mecanitzat CNC de cada peça prototipada.

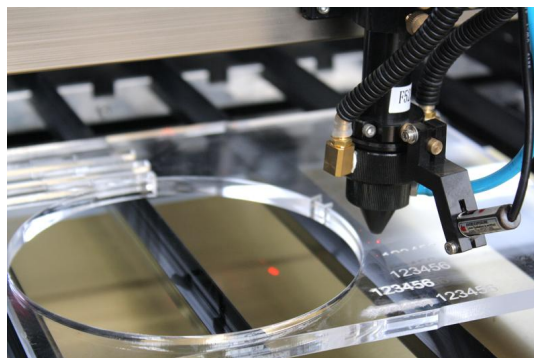
[https://drive.google.com/file/d/0B\\_jjb7YGYhMzdHV4WUEyN05DZnhoYWc5NHlxMmJoZTRPdmVn/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/0B_jjb7YGYhMzdHV4WUEyN05DZnhoYWc5NHlxMmJoZTRPdmVn/view?usp=sharing)

### Tall làser

Per tallar les peces de metacrilat s'ha utilitzat la màquina *LÁSER DE GRABADO Y CORTE PC10/80 de PerezCamps* [48].

Els acabats són de gran precisió, gràcies a que es pot regular la intensitat, podent tallar peces de fins a 20mm o més depenent del material.

L'àrea de treball és de 1000x800mm, permetent la fabricació de tots els models de peces de metacrilat pensades pel prototip.



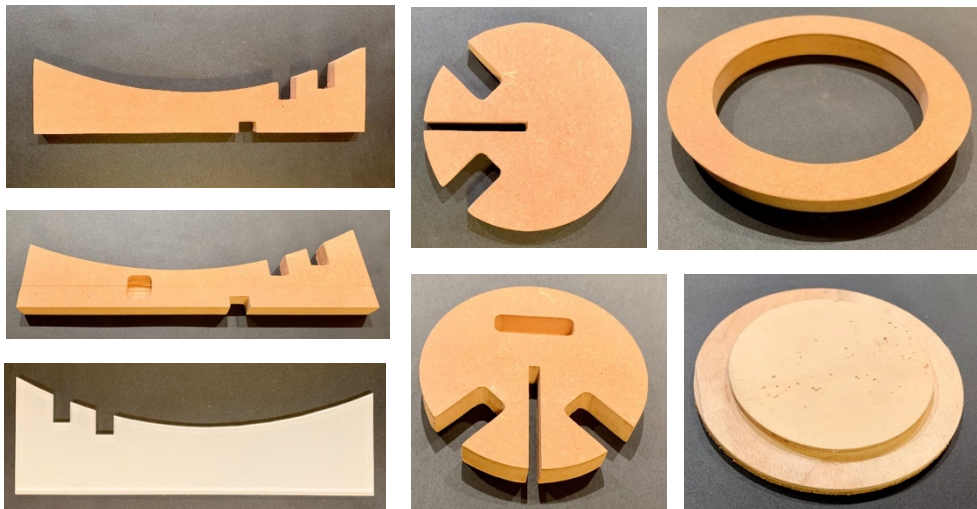
*Il·lustració 74 Tall làser*

## Electrònica

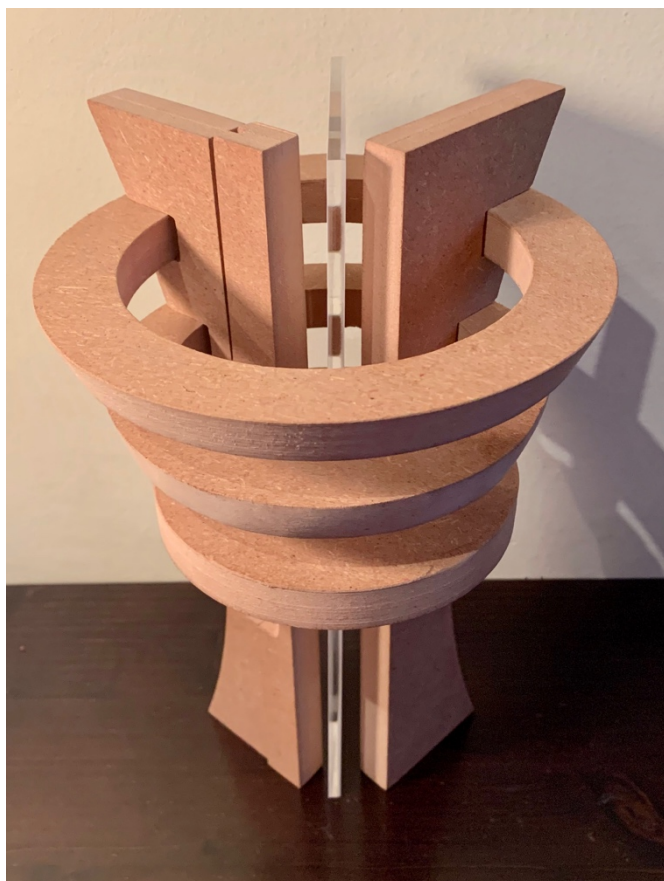
No només es fabrica el disseny de la làmpada a mode de prototip, sinó que també es fabrica el circuit elèctric que permet la il·luminació.

Com s'ha comentat a la part 2.5.1 *Electrònica*, després de realitzar els càlculs i les connexions teòriques pel correcte funcionament, s'han connectat tots els components a falta del circuit integrat que reduiria notablement les dimensions. S'adjunta també en apartats anteriors la foto de com queda el circuit muntat.

## Fotos del resultat



*Il·lustració 75 Peces fabricades del prototip. D'esquerre a dreta: costelles de MDF i metacrilat, discs i anells i base de suro*



*Il·lustració 76 Prototip de fusta i metracrilat a falta de les peces restants de la làmpada*

### 3. RESULTATS

Amb la realització d'aquest projecte i a partir del prototipatge d'un disseny de làmpada, s'ha conceptualitzat un estudi de disseny amb una marca pròpia el qual desenvolupa una gamma de productes d'il·luminació seguint la línia del producte prototipat i desenvolupat al llarg de treball.

#### 3.1. MIM *lightning*

MIM Lightning és un estudi de disseny basat en Barcelona, que desenvolupa il·luminació intel·ligent i personalitzable per la llar.

La gamma de productes desenvolupada està composta per un disseny de làmpada el qual té com a tret principal el disseny , però sense deixar de banda la funcionalitat ja que incorpora funcionalitats que van més enllà de la il·luminació tradicional i que permeten una infinitat de possibilitats.



*Taula 4 MIM lightning*

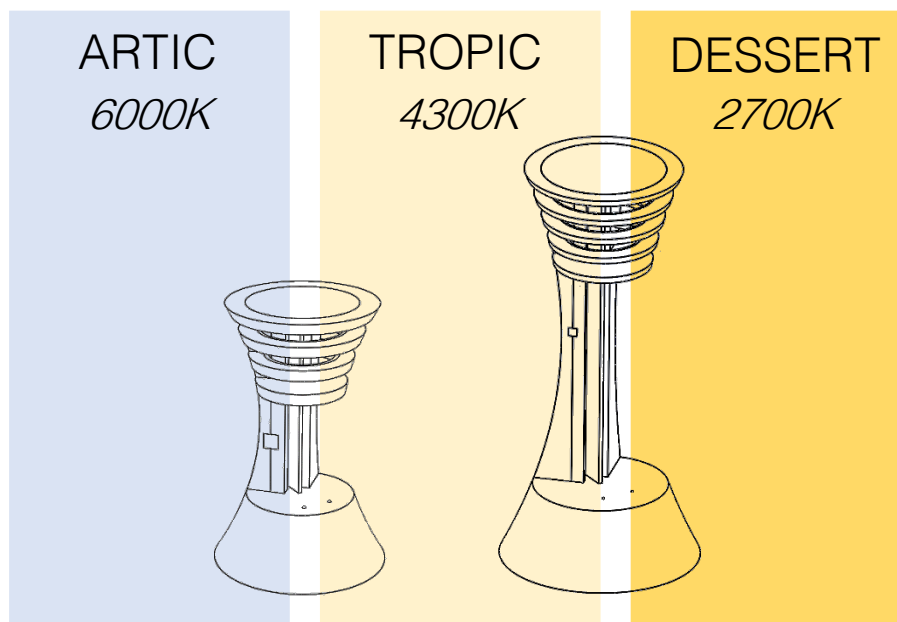
### 3.1.1. Gamma de productes

D'entrada, la gamma de productes es troba diferenciada en 4 models diferents que es classifiquen segons la temperatura de color que poden emetre. Totes elles però incorporen la funcionalitat de tindre una intensitat regulable de forma gestual.

Distingir dins la gamma entre dos tipus de làmpada, que son el model mes bàsic amb nomes control gestual d'intensitat, i un model Premium que te tant control d'intensitat com control de temperatura.

Les làmpades més bàsiques són aquelles que emeten només una temperatura, que són:

- **MIM Artic:** làmpada amb intensitat regulable i temperatura de color freda (6000K)
- **MIM Tropic:** làmpada amb intensitat regulable i temperatura de color neutre (4300K)
- **MIM Dessert:** làmpada amb intensitat regulable i temperatura de color càlida (2700K)



*Il·lustració 77 Gamma d'il·luminació estàndard MIM*

Tots tres models i com es mostra en la imatge , vindran en dos mides diferent amb l'objectiu de proporcionar diferents il·luminacions, no només gràcies a al rang de temperatura i d'intensitat, sinó que també a la mida de la làmpada.

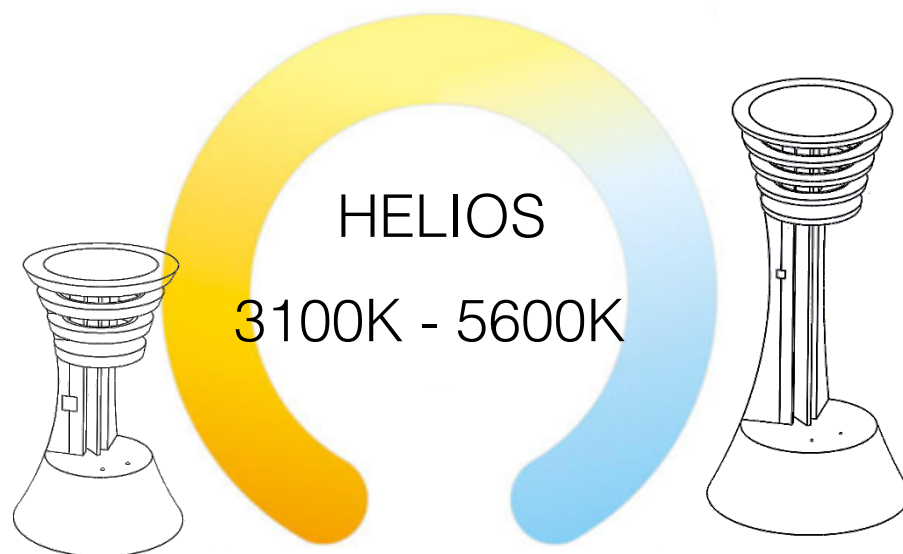
Així doncs tant MIM Artic, Tropic i Dessert, seran làmpades accessibles al mercat en dos mides diferent.

La làmpada petita, amb una mida de 37 cm te una mida ideal per a ser una làmpada de sobre taula mentre que la làmpada gran, amb una alçada de 100 cm és una làmpada de peu ideal per il·luminar espais mes amplis com sales d'estar, menjadors o rebedors.

El producte clau per això és el model complet, el qual no només ofereix regular la intensitat, sinó que també ofereix una regulació de la temperatura , ambdós de forma gestual tal i com s'ha proposat en la memòria del projecte.

**MIM HELIOS** és la làmpada de llum amb intensitat i temperatura de color regulables, anant del rang de 3100K fins a 5600K.

Tal i com els altres models, MIM HELIOS és una làmpada en dues mides diferents per adaptar-se a molts espais de la llar, i també a molts moments del dia.



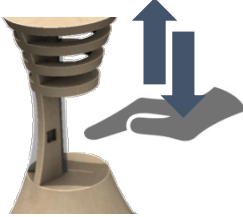

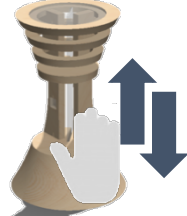
*Il·lustració 78 MIM Helios*



## Control de làmpada proposat

El control dels dos models de làmpada , tant els bàsics (Artic, Tropic, Dessert) con el model Premium, Helios, tenen un control de les variables de forma gestual tal i com s'ha exposat en aquest projecte.

D'aquesta manera, l'usuari pot:

Controlar	Artic	Tropic	Dessert	Helios	Gest
<b>Apagat i encès de la làmpada</b>	x	x	x	x	
<b>Control d'intensitat</b>	x	x	x	x	
<b>Control de temperatura</b>				x	

*Taula 5 Possibilitat de control dels models de làmpades*

## Control de làmpada alternatiu

No ha estat l'enfoc d'aquest projecte però si que es vol plantejar també, models alternatius i necessaris a incorporar per la il·luminació d'aquestes làmpades.

El producte ha de vindre acompanyat d'un aplicatiu, tal i com passa amb algunes marques de la competència, que permeti el control de la làmpada en remot.

El fet de tindre una làmpada capaç de variar la il·luminació, dona un alt joc que cal explotar de totes les maneres possibles.

Després de veure les nombroses aplicacions per la llar, es considera que fer un control gestual és quelcom molt positiu però que guanya molt valor anant acompanyat d'altres possibilitats com control en remot.

El control gestual és un avantatge gran respecte aquells que no el tenen, ja que per una banda permeten a l'usuari "sentir" de certa manera la il·luminació, i tindre un control molt més proper de la il·luminació que estan posant a la seva llar.


D'aquesta manera, la làmpada deix de ser una simple làmpada sinó que passa a integrar-se més en la llar, e inclús en el dia a dia de la persona.

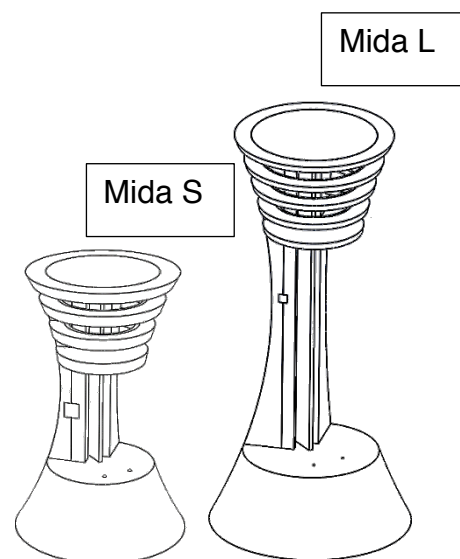
Afegir un control per aplicatiu a la equació, permet a més a més a l'usuari , fer un control en remot, i el que és més important, una planificació i programació de la làmpada.

L'aplicació hauria de permetre el control de totes les làmpades de la llar, i poder definir rutines d'il·luminació, rutines Standard segons el dia i estació de l'any.. etz.



## Taula de productes

Model	Làmpada	Temperatura	Intensitat
Standard - Artic	S		Regulable
	L		
Standard - Tropic	S		
	L		
Standard Dessert	S		
	L		
Premium - Helios	S		
	L		



Taula 6 Models de làmpades MIM + mides làmpades

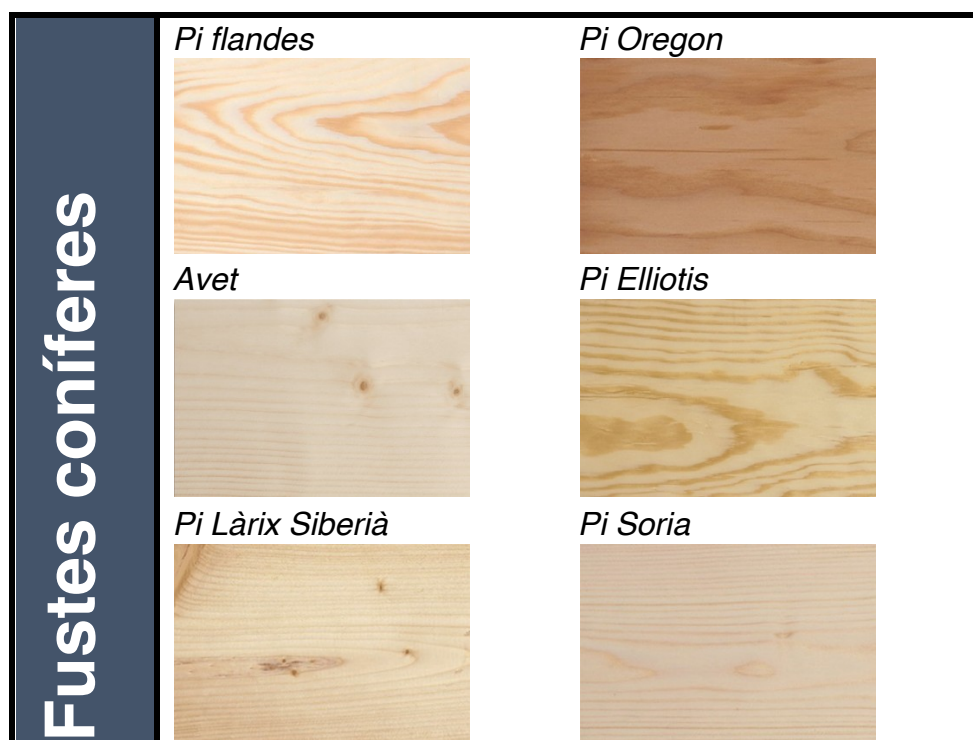
### 3.1.2. Personalització del producte

Tal i com s'ha proposat de requeriment, i també com a valor afegit del producte, la família de làmpades presentades son productes altament personalitzables pel client.

No només pel fet de la variabilitat d'il·luminació i models, sinó que perquè la idea és que l'usuari pugui definir el material de la làmpada (dins d'uns *standards*), e inclús algun punt de la il·luminació com els colors dels LEDs indicadors d'estat<sup>19</sup> com el color de la tira LED.

A continuació es presenta una proposta de taules de fusta disponibles per la fabricació d'algun dels models.

S'adjunta a l'Annex la taula completa:



Taula 7 Tipus de fusta disponible per fabricació de làmpades MIM

<sup>19</sup> MIM Helios indica a través de dos LEDs a la base, quin paràmetre s'està configurant en aquell moment, si el LED dret està encès, s'està configurant la temperatura, si és l'esquerre, s'està configurant la intensitat

### 3.1.3. Especificacions tècniques

Com qualsevol producte del mercat, s'ha elaborat una fitxa tècnica de la làmpada.

A continuació, s'adjunta un exemple de com serien les especificacions tècniques pel model MIM Helios Small Noguera Americana<sup>20</sup>.



#### Característiques

<i>Nom</i>	Helios Small Noguera americana
<i>Color</i>	Noguera
<i>Instal·lació</i>	Sobretaula
<i>Material</i>	Noguera americana
<i>Model</i>	Helios
<i>Entorn d'ús</i>	Interior

#### Dimensions

<i>Altura</i>	37,2 cm
<i>Diàmetre</i>	Ø 23,85cm
<i>Pes</i>	3,7 Kg

#### Especificacions tècniques

<i>IP</i>	20
<i>Potència</i>	3,6W
<i>Voltatge</i>	230V
<i>CRI</i>	80
<i>Vida útil</i>	L70: 35.000h a 25°C
<i>Temperatura de color</i>	3100K-5600K
<i>Eficiència lumínica</i>	78,3lm/W

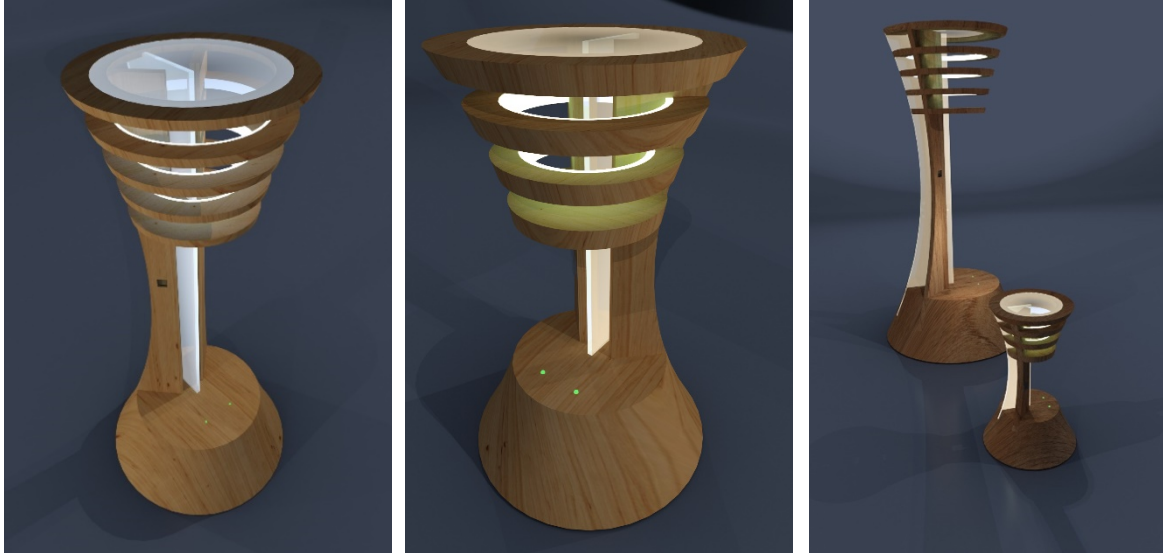
Taula 8 Especificacions tècniques MIM Helios Small

<sup>20</sup> Sent Americana la fusta utilitzada per aquest model

### *3.1.4. Imatges del producte*

S'adjunten alguns renders de producte final amb acabat “posar la fusta o color de fusta que has utilitzat”.

Per a mer imatges, consultar Annex.



*Il·lustració 79 Renders de làmpada Small i Large. A l'esquerre il·luminació freda, al mig il·luminació càlida*

### 3.1.5. DAFO

S'ha volgut realitzar un petit anàlisi DAFO (Debilitats, Amenaces, Fortaleses i Oportunitats) per tal de veure el producte dins un marc de competència i mercat, i fer-nos una idea dels trets diferencials del producte, i coses millorables de l'estudi i gama desenvolupades i conceptualitzades.

	Factors Interns	Factors Externs	
Punts febles	<b>Debilitats</b> El producte tindria un preu elevat en comparació a les làmpades del mercat convencional Falta una major variabilitat de dissenys en la marca Cost elevat de fabricació i complexitat al ser un producte personalitzable	<b>Amenaces</b> Elevat nombre de competència amb molt prestigi, tant a nivell de disseny com a nivell de referència en tecnologia Molta variabilitat de disseny en el sector i en altres marques que fan difícil encaixar un únic model al mercat	
	<b>Fortaleses</b> Producte personalitzable amb disseny atractiu i il·luminació atractiva Utilització de tendències i materials interessants i elegants pel client Adaptació a molts espais gràcies a la il·luminació intel·ligent	<b>Oportunitats</b> Producte diferent gràcies al control gestual Cada cop és més tendència la il·luminació saludable i les persones son mes conscients de la importància	
Punts forts			

Taula 9 Breu anàlisi DAFO de MIM i gama presentada

## 3.2. Conclusions

### 3.2.1. Conclusions del treball

Tal i com queda especificat a la introducció, el principal abast d'aquest projecte és el desenvolupament d'un producte d'il·luminació per la llar: des del concepte fins a un prototip que permeti validar la il·luminació, disseny e interacció.

A més a més, és un punt clau d'aquest treball també el previ estudi de mercat, tendències i conceptes bàsics de la il·luminació, per tal de dotar al producte de les millors prestacions possibles.

En línies generals es considera un treball realitzat amb èxit, trobant un bon balanç en el desenvolupament de producte, dotant al projecte d'una molt bona base sòlida d'estudi del producte, amb una base tecnològica d'enginyeria on s'ha aconseguit desenvolupar un prototip de producte, amb totes les parts definides.

### 3.2.2. Dificultats trobades al llarg del projecte

#### Disseny de làmpada

Amb la realització d'aquest treball s'ha pogut viure en primera persona les dificultats que comporta el procés creatiu de dissenyar una làmpada, buscant formes i geometries que compleixin la seva funció, però, a més a més, que siguin estètiques i la seva fabricació sigui possible.

Al final s'ha aconseguit un bon disseny, amb aspectes a millorar, com la relació dels gruixos de materials amb la mida del producte. Per la làmpada de peu trobem una bona relació d'estabilitat, lleugeresa i forma.

Segurament la làmpada de sobre taula amb un material de menys espessor es podria aconseguir més aquest efecte i eliminar la sensació de pes extra que transmet.

## Prototipatge

Tampoc resulta fàcil un prototipatge de qualitat sense les eines adients.

Tot i d'entrada tindre uns bons *timings* no s'ha pogut finalitzar el prototip abans de l'entrega de la memòria escrita del projecte.

Això s'ha degut a la compatibilitat amb l'empresa on s'han produït les peces i els mecanitzats CNC. Com resulta evident, la realització d'aquestes peces s'ha fet com a favor , i han estat la cua dels projectes del dia a dia. Al haver moltes urgències i feines pendents, algunes de les peces no s'han pogut acabar a temps per la presentació d'aquesta memòria, però si que s'espera tindre llest per la exposició oral.

## Electrònica i programació

Al no ser temàtiques ni continguts en les que s'hagi aprofundit ni especialitzat molt en la carrera, aquest punt ha resultat un dels més "exigents" del treball, i que han demandat més esforços.

Gràcies però a la base obtinguda a la carrera, s'ha pogut entendre i aprendre ràpid de professionals als que s'ha preguntat al llarg del treball.

Gràcies al temps invertit, la base, i l'ajuda tant de la universitat, com de la bibliografia i altres fonts, es pot considerar que aquest punt ha resultat ser un èxit i és que s'ha pogut prototipar un circuit electrònic que compleix la seva funció.

### 3.2.3. Assoliment d'objectius i requeriments marcats

Eren objectius d'aquest treball:

- L'estudi de mercat
- El desenvolupament conceptual d'un disseny de làmpada, producte, gamma i marca
- El desenvolupament electrònic i de funcionament de la làmpada
- El prototipatge d'un d'aquests productes

A més a més, com a qualsevol producte, se li van marcar un conjunt de requeriments que s'havien de complir al llarg del desenvolupament del producte. A continuació, s'adjunta una taula amb el requeriment i comentaris sobre el seu assoliment o no, i el perquè.

GRUP	REQUERIMENT	CONCLUSIONS
<b>Producte</b>	Sostenible	La idea mateixa de marca i producte desenvolupats és d'una marca de fabricació a molt petita escala, fent servir materials de proximitat i ecològics i amb una fabricació optimitzada per reduir l'impacte. S'hauria d'estudiar com es podria reduir més l'impacte medioambiental.
	Personalitzable	El producte desenvolupat es presenta configurable en quant a il·luminació i material
	Fàcil interacció	El producte desenvolupat presenta una interacció gestual novedosa, que un cop apresada, resulta atractiva. Si que és



		veritat que és complexa d'entrada i que caldria millorar aquesta part.
<b>Il·luminació</b>	Saludable	La il·luminació de la làmpada creada és saludable gràcies a la incorporació de LEDs i capacitat de modificar-se amb el transcurs del dia. Es podria estudiar la incorporació de nous models amb diferents projeccions d'il·luminació, per augmentar encara més l'adaptabilitat del producte.
	Adaptable	

*Taula 10 Assoliment de requeriments de producte*

#### *3.2.4. Treball futur*

El disseny d'un producte des de 0 implica molts passos, processos, coneixements, recursos i temps.

Per tot lo exposat al llarg del treball i les conclusions extretes després d'aquest projecte, es pot confirmar que hi ha encara molt camí per recorre i que per tant hi ha tasques que no s'han pogut assolir amb el treball per qüestió de temps i recursos , i que serien necessaries de realitzar per continuar.

Seria necessari per exemple, el prototipatge d'altres productes de la gamma, i el disseny d'un packaging de producte, d'entre altres.

En quant al prototip, seria indispensable també fer probes amb usuaris i d'interacció en més profunditat , per poder acabar de definir el funcionament òptim.

A més a més , es proposen mètodes de control extres al producte (aplicació de la firma) que s'haurien de viabilitzar, conceptualitzar i definir en més profunditat.

En quant a l'electrònica s'hauria de dissenyar una placa base òptima del producte i fabricar-la a més a més de l'optimització d'altres components. S'hauria

doncs de cercar més possibilitats de sensors, per tal de trobar-ne de més precisos i més petits. Totes aquestes mesures permetrien optimitzar l'electrònica del producte per tal que la làmpada final sigui el més senzilla possible i que tot càpiga sense problemes.

A més a més també seria necessari un estudi de viabilitat de producció, econòmica i de mercat en més profunditat, que permeti abordar si és viable aquest producte en el mercat.

Relacionat amb la conceptualització de marca i en cas de desitjar-ho, seria necessari també el desenvolupament real de l'estudi, amb la pàgina web i tots els elements necessaris.

## **4. Bibliografia**

### **4.1. Referències**

- [1] “La luz: elemento clave para el bienestar – Grupo Arca.” [Online]. Available: <https://gpoarca.com/blogs/container-mag/la-luz-elemento-clave-para-el-bienestar>.
- [2] “Lighting up our lives: why light is so important to humans | MK Illumination.” [Online]. Available: <https://www.mk-illumination.com/article/lighting-up-our-lives-why-light-is-so-important-to-humans/>.
- [3] “Hacia una iluminación saludable | Iluminet revista de iluminación.” [Online]. Available: <https://www.iluminet.com/iluminacion-saludable/>.
- [4] “Una Iluminación de oficina variable e inteligente al servicio del trabajo creativo - Smart Lighting.” [Online]. Available: <https://smart-lighting.es/una-iluminacion-oficina-variable-e-inteligente-al-servicio-del-trabajo-creativo/>.
- [5] “The Importance of Architectural Lighting - TCP Lighting.” [Online]. Available: <https://www.tcpi.com/importance-architectural-lighting/>.
- [6] “Iluminación variable para un mayor bienestar con el nuevo sistema de Osram Lightify - Iluminación.” [Online]. Available: <https://www.interempresas.net/Iluminacion/Articulos/148764-Iluminacion-variable-para-un-mayor-bienestar-con-el-nuevo-sistema-de-Osram-Lightify.html>.
- [7] “Creating a value proposition with the Golden Circle Model.” [Online]. Available: <https://www.smartinsights.com/digital-marketing-strategy/online-value-proposition/start-with-why-creating-a-value-proposition-with-the-golden-circle-model/>.
- [8] “The Evolution of the Light Bulb - Nittolo and Son.” [Online]. Available: <https://nittoloandson.com/evolution-of-the-light-bulb/>.
- [9] “Conceptos básicos de iluminación.” [Online]. Available: [http://www.lamparas.com/blog-conceptos-basicos-iluminacion-c-107\\_91.html](http://www.lamparas.com/blog-conceptos-basicos-iluminacion-c-107_91.html).

- [10] “Llum - Viquipèdia, l’enciclopèdia lliure.” [Online]. Available: <https://ca.wikipedia.org/wiki/Llum>.
- [11] “Espectro visible - Wikipedia, la enciclopedia libre.” [Online]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro\\_visible](https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_visible).
- [12] “ComparaLUX - APUNTES DE LUMINOTECNIA: MAGNITUDES FÍSICAS FUNDAMENTALES.” [Online]. Available: <https://www.comparalux.es/www/apuntes/magnitudesFundamentales.php>
- [13] “Niveles de iluminación recomendados en viviendas - EfectoLED.” [Online]. Available: <https://www.efectoled.com/blog/niveles-iluminacion-recomendados-viviendas/>.
- [14] “Basic Concepts of Lighting Design.” [Online]. Available: <https://www.ny-engineers.com/blog/basic-concepts-of-lighting-design>.
- [15] “Lights - Arnold for Maya User Guide - Arnold Renderer.” [Online]. Available: <https://docs.arnoldrenderer.com/display/A5AFMUG/Lights>.
- [16] “Temperatura de color: (Cálido, Neutro, Frío) - Muchos Leds.” [Online]. Available: <http://www.muchosleds.com/es/content/6-temperatura-de-color-calido-neutro-frio>.
- [17] “Temperatura de color de la luz. Qué son los grados Kelvin.” [Online]. Available: <http://www.beldeus.com/blog/temperatura-de-color-de-la-luz-que-son-los-grados-kelvin/>.
- [18] “Light Bulbs Color Temperature Range - Choosing the Light Bulbs - Batteries Plus Bulbs.” [Online]. Available: <https://www.batteriesplus.com/blog/lighting/seeing-things-in-a-different-light>.
- [19] “Llavavintage | Luz Cálida vs Luz Fría.” [Online]. Available: <http://www.llavavintage.com/luz-calida-vs-luz-fria/>.
- [20] “Bombillo Led 09w Espiral 6500k Seastar-0377 -no - Bs. 149.060,00 en Mercado Libre.” [Online]. Available: [https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-514316294-bombillo-led-09w-espiral-6500k-seastar-0377-no-\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-514316294-bombillo-led-09w-espiral-6500k-seastar-0377-no-_JM).
- [21] “La importancia del color: índice de reproducción cromática.” [Online].

- Available: <https://gelfor.es/indice-de-reproduccion-cromatica-cri>.
- [22] “¿Cómo entender el Índice de Rendimiento Cromático? I Iluminet revista de iluminación.” [Online]. Available: <https://www.iluminet.com/entender-indice-rendimiento-cromatico/>.
- [23] “What is Circadian Lighting? - The Lighting Practice.” [Online]. Available: <https://www.thelightingpractice.com/what-is-circadian-lighting/>.
- [24] “¿Cómo puede mejorar tu vida la iluminación circadiana?” [Online]. Available: [https://www.abc.es/summum/living/casas/abci-como-puede-mejorar-vida-iluminacion-circadiana-201711281658\\_noticia.html](https://www.abc.es/summum/living/casas/abci-como-puede-mejorar-vida-iluminacion-circadiana-201711281658_noticia.html).
- [25] “Diseño biofílico: la naturaleza en la oficina - Steelcase.” [Online]. Available: <https://www.steelcase.com/eu-es/investigacion/articulos/temas/bienestar/disenio-biofilico-naturaleza-en-oficina/>.
- [26] “Los LED. Principio físico I Voltimum España.” [Online]. Available: <https://www.voltimum.es/articulos-tecnicos/led-principio-fisico>.
- [27] “LED: Tecnología para soluciones de iluminación energéticamente eficientes y flexibles.” [Online]. Available: <https://www.ledvance.es/productos/conocimiento-del-producto/elementos-basicos-led/conocimientos-basicos-sobre-los-led/index.jsp>.
- [28] “Beneficios y ventajas de la tecnología LED.” [Online]. Available: <https://www.bsvelectronic.com/es/noticias-general/beneficios-ventajas-la-tecnologia-led/>.
- [29] “LedFlex 810.36 Biodynamic IP20 I SIMON.” [Online]. Available: <https://www.simonelectric.com/intl/81036000-800-ledflex-81036-biodynamic-ip20.html>.
- [30] “TENDENCIAS 2020: Los básicos e imprescindibles en iluminación y decoración I Iluminoteca.” [Online]. Available: <https://iluminoteca.com/tendencias-2020-los-basicos-e-imprescindibles-en-iluminacion-y-decoracion/>.
- [31] “7 tendencias de iluminación para 2019 - krealo.” [Online]. Available: <https://www.krealo.es/blog/tendencias-de-iluminacion-para-2019>.

- [32] “Aprende a iluminar tu casa con diferentes lámparas - Foto 1.” [Online]. Available:  
<https://www.hola.com/decoracion/galeria/20190916148804/iluminar-casa-diferentes-tipos-lamparas/1/>.
- [33] “Faro Barcelona | Empresa de iluminación.” [Online]. Available:  
<https://faro.es/>.
- [34] “Artemide - Products.” [Online]. Available:  
<https://www.artemide.com/es/products/filterFamilies#scrollTo>.
- [35] “Occhio | a new culture of light.” [Online]. Available: <https://www.occhio.de/>.
- [36] “Xiaomi España.” [Online]. Available: <https://www.mi.com/es/smartlamp/>.
- [37] “Iluminación interior - Lámparas de sobremesa | Santa & Cole.” [Online]. Available:  
<https://www.santacole.com/es/catalogo/lamparas-de-sobremesa/>.
- [38] “Home Collection | Table Lamps | Flos.” [Online]. Available:  
<https://flos.com/home-lighting-collection/table/>.
- [39] “Sobremesas | LEDS C4.” [Online]. Available: <https://leds-c4.com/es/catalogo/decorative/sobremesas>.
- [40] “Anaheim’s elegant new Performing Arts Center was inspired by the city’s former orange groves.” [Online]. Available: <https://inhabitat.com/anaheims-elegant-new-performing-arts-center-inspired-by-the-citys-former-orange-groves/>.
- [41] “BIOMIMICRY AND BIOPHILIC DESIGN — Cognitive Studios.” [Online]. Available: <https://www.cognitivestudios.org/space-design>.
- [42] “Buildings | Free Full-Text | Technological Advances and Trends in Modern High-Rise Buildings | HTML.” [Online]. Available:  
<https://www.mdpi.com/2075-5309/9/9/193/htm>.
- [43] “PWM Arduino, Pulse Width Modulation, Qué es. | Descubrearduino.com.” [Online]. Available: <https://descubrearduino.com/pwm/>.
- [44] “Aprende Arduino (parte 5): Salidas analógicas – PWM – Fábrica Digital.” [Online]. Available: <https://fabricadigital.org/tutoriales/aprende-arduino-parte-5-salidas-analogicas-pwm/>.

- [45] “¿Qué es una señal de modulación de ancho de pulso (PWM) y para qué se utiliza? - National Instruments.” [Online]. Available: <https://knowledge.ni.com/KnowledgeArticleDetails?id=kA00Z0000019OkFSAU&l=es-ES>.
- [46] “Fabricante de circuitos impresos multicapa desde archivos Gerber.” [Online]. Available: [https://www.safe-pcb.com/SAFE\\_PCB](https://www.safe-pcb.com/SAFE_PCB).
- [47] “HOMAG CENTATEQ P-110 CNC Machining Centers | Stiles Machinery.” [Online]. Available: <https://www.stilesmachinery.com/homag/centateq-p-110-series-cnc-machining-centers>. [
- [48] “Máquina láser de grabado y corte PC10/80 | PerezCamps - Fresadoras CNC y máquinas láser de grabado y corte.” [Online]. Available: [https://www.perezcamps.com/es/maquina-laser-de-grabado-y-corte-pc10-80\\_2450](https://www.perezcamps.com/es/maquina-laser-de-grabado-y-corte-pc10-80_2450).
- [49] “Ritme circadiari - Viquipèdia, l'enciclopèdia lliure.” [Online]. Available: [https://ca.wikipedia.org/wiki/Ritme\\_circadiari](https://ca.wikipedia.org/wiki/Ritme_circadiari). [
- [50] “¿Qué es un lumen? «Blog Meetthings. Artículos sobre leds de venta en nuestra tienda, ofertas de iluminación y lámparas led.” [Online]. Available: <https://meetthings.com/blog/index.php/17-11-2011/que-es-un-lumen/>.
- [51] “Biofilia - Wikipedia, la enciclopedia libre.” [Online]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Biofilia>.
- [52] “Retail - Wikipedia, la enciclopedia libre.” [Online]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Retail>.
- [53] “Arduino PWM Led Control.” [Online]. Available: <https://www.electroschematics.com/arduino-pwm-led-control/>.

## 4.2. Il·lustracions

Il·lustració 1 Validació del prototip.....	6
Il·lustració 2 Fases per assolir abast del projecte .....	7
Il·lustració 3 Detall de l'abast del treball .....	8
Il·lustració 4 Golden Circle del producte.....	12
Il·lustració 5 Evolució de la il·luminació .....	14
Il·lustració 6 Espectre visible [11] .....	15
Il·lustració 7 Magnitud física - Il·luminació .....	16
Il·lustració 8 Magnitud física - Il·luminació .....	16
Il·lustració 9 Magnitud física - Intensitat lluminosa .....	16
Il·lustració 10 Magnitud física - Luminància.....	17
Il·lustració 11 Diferents fotometries en il·luminació .....	18
Il·lustració 12 Temperatura de la llum [17] .....	19
Il·lustració 13 K segons temperatura de la llum .....	20
Il·lustració 14 Llum càlida vs llum neutre vs llum freda [20] .....	21
Il·lustració 15 Comparació CRI [22].....	22
Il·lustració 16 Cicle circadiari i temperatura d'il·luminació .....	23
Il·lustració 17 Estructura genera d'un LED [27] .....	25
Il·lustració 18 LedFlex 810.36 Biodinàmica IP20 .....	27
Il·lustració 19 Il·luminació estil industrial amb bombetes tipus Edison .....	29
Il·lustració 20 Punts de l'anàlisi de mercat .....	31
Il·lustració 21 A l'esquerre, llum de treball. A la dreta, llum de sobretaula d'ambient [32].....	31
Il·lustració 22 Marques estudiades en aquest projecte .....	32
Il·lustració 23 Comparativa de característiques entre marques .....	33
Il·lustració 24 Detall de característiques FaroBCN.....	34
Il·lustració 25 Catàleg 2020 FaroBCN.....	34
Il·lustració 26 Detall de característiques Artemide .....	35
Il·lustració 27 Il·luminació de taula a Artemide .....	35
Il·lustració 28 Detall de característiques Occhio .....	36



Il·lustració 29 Làmpada ambient sala d'estar Occhio .....	36
Il·lustració 30 Detall de característiques Xiaomi.....	37
Il·lustració 31 Làmpada de taula Xiaomi .....	37
Il·lustració 32 Detall de característiques Santa&Cole .....	38
Il·lustració 33 Làmpades de taula Santa&Cole .....	38
Il·lustració 34 Detall de característiques Santa&Cole .....	39
Il·lustració 35 Làmpades de taula de FLOS .....	39
Il·lustració 36 Detall de característiques LedsC4 .....	40
Il·lustració 37 L·luminària de taula LedsC4 .....	40
Il·lustració 38 Elements d'inspiració .....	42
Il·lustració 39 Element d'inspiració arquitectònic basat en elements naturals [40]	43
Il·lustració 40 Element d'inspiració arquitectònic basat en elements naturals [41]	43
Il·lustració 41 Esbossos inicials del producte previs a dissenys CAD.....	44
Il·lustració 42 Esbós - CAD disseny 1 .....	45
Il·lustració 43 Esbós - CAD disseny 2 .....	46
Il·lustració 44 Esbós - CAD disseny 3 .....	47
Il·lustració 45 Esbós - CAD disseny 4 .....	48
Il·lustració 46 Esbós - CAD disseny 5 .....	49
Il·lustració 47 Esbós - CAD disseny 6 .....	50
Il·lustració 48 Edificacions arquitectòniques cilíndriques .....	51
Il·lustració 49 Geometria desitjada per la làmpada .....	51
Il·lustració 50 Proves de talls i materials en la làmpada per validar seccions , costelles i discs .....	52
Il·lustració 51 Diferents dissenys conceptuals de làmpada definitiva.....	53
Il·lustració 52 CAD 3D de concepte final de làmpada .....	53
Il·lustració 53 Variables amb control gestual a la làmpada .....	54
Il·lustració 54 Control del sensor gestual .....	55
Il·lustració 55 Possibilitat de control gestual amb 2 moviments: vertical i horitzontal.....	56

Il·lustració 56 Control de sensor d'infraroig .....	56
Il·lustració 57 Possibilitat de control gestual amb moviment vertical i estat fixe	57
Il·lustració 58 LEDs indicadors a la base .....	58
Il·lustració 59 Estats de la làmpada indicats amb LEDs.....	59
Il·lustració 60 Diagrama de funcionament làmpada .....	61
Il·lustració 61 Canvi d'intensitats segons temperatura d'il·luminació, s'observa que en els extrems, la intensitat és quasi nul·la.....	63
Il·lustració 62 Pèrdua de rang de temperatura amb increment d'intensitat d'il·luminació total .....	63
Il·lustració 63 Exemples de Cicles de treball al 25%,50% i 75%.....	65
Il·lustració 64 Esquema del circuit integrat.....	65
Il·lustració 65 Circuit electrònic muntat amb tots els components.....	67
Il·lustració 66 A l'esquerre cara inferior, a la dreta cara superior .....	68
Il·lustració 67 Disseny de la placa integrada amb l'Arduino Nano inserit.....	68
Il·lustració 68 Disseny dels forats de la PCB.....	69
Il·lustració 69 5è disseny i concepte de làmpada.....	71
Il·lustració 70 Fabricació de peces de fusta pel prototip inicial .....	72
Il·lustració 71 Peces dels sensors tallades amb metacrilat .....	74
Il·lustració 72 Homag Centateq P-110 CNC.....	74
Il·lustració 73 Mecanització de peça amb CNC 5 eixos .....	75
Il·lustració 74 Tall làser.....	75
Il·lustració 75 Peces fabricades del prototip. D'esquerre a dreta: costelles de MDF i metacrilat, discs i anells i base de suro .....	76
Il·lustració 76 Prototip de fusta i metacrilat a falta de les peces restants de la làmpada.....	77
Il·lustració 77 Gamma d'il·luminació estàndard MIM .....	79
Il·lustració 78 MIM Helios .....	80
Il·lustració 79 Renders de làmpada Small i Large. A l'esquerre il·luminació freda, al mig il·luminació càlida .....	86

### 4.3. Taules

Taula 1 Il·luminació segons estància de la llar .....	18
Taula 2 Il·luminació segons temperatura .....	21
Taula 3 Taula comparativa de marques i característiques on es destaquen aquells punts de certes marques que són excepcionals .....	41
Taula 4 MIM lightning .....	78
Taula 5 Possibilitat de control dels models de làmpades .....	81
Taula 6 Models de làmpades MIM + mides làmpades .....	83
Taula 7 Tipus de fusta disponible per fabricació de làmpades MIM .....	84
Taula 8 Especificacions tècniques MIM Helios Small .....	85
Taula 9 Breu anàlisi DAFO de MIM i gama presentada .....	87
Taula 10 Assoliment de requeriments de producte .....	91